STORIA NATURALE GENERALE, E PARTICOLARE PER SERVIRE...

STORIA NATURALE,

GENERALE, E PARTICOLARE

Per servire di continuazione

ALLA TEORIA DELLA TERRA

e d' introduzione

ALLA STORIA DE' MINERALI

DEL SIG. CONTE

DE BUFFON

INTENDENTE DEL GIARDINO DEL RE,

DELL'ACCADEMIA FRANCESE, E

DI QUELLA DELLE SCIENZE, ec.

SUPPLEMENTO, TOMO I.

NAPOLI

MDCCLXXXII.

PRESSO I FRATELLI RAIMONDI

CON *LICENZA DE' SUPERIORI*, E *PRIVILEGIO*.

INDICE

Di quello ch'è contenuto in questo Volume.

DEGLI ELEMENTI.

Fine dell' Indice.

STORIA NATURALE.

INTRODUZIONE ALLA STORIA DE' MINERALI.

DEGLI ELEMENTI.

PARTE PRIMA.

Della Luce, del Calore, e del Fuoco.

LE forze della Natura, per quanto noi ne sappiamo si posson ridurre a due forze primitive; cioè, a quella, che cagiona la gravità, ed a quella che produce il calore. La forza d'impulsione è loro subordinata: imperciocchè dipende dalla prima per li suoi effetti particolari, e s' appartiene alla seconda per l' effetto generale. E poichè l' impulsione non può eserci-

chè se ogn' impulsione fosse distrutta, l'attrazione sussisterebbe ancora, nè agirebbe meno di prima; ma venendo questa a cessare, non solamente l' altra sarebbe senz' esercizio, ma ben anche senz' esistenza. Questa differenza es-

---

nicare il moto alla parte anteriore, poichè questa parte posteriore, essendo stata supposta inflessibile, non può cambiare per rispetto alle altre parti; dunque sarebbe impossibile di poter comunicare moto alcuno a' corpi inflessibili. Ma l' esperienza c' insegna, che si comunica il moto a tutt' i corpi; dunque non vi sono nella Natura corpi perfettamente duri, e inflessibili. Il Sig. Gueneau di Montbeillard, uomo d' eccellente ingegno, e mio amico, mi scrisse intorno a questo proposito nei seguenti termini. „ Dalla supposizione dell' immobilità assoluta de' corpi „ assolutamente duri, verrebbe in conseguenza, che un piede cubico di questa materia basterebbe forse per arrestare tutto il „ moto dell' Universo cognito: e se questa „ immobilità assoluta fosse provata, non basterebbe il dire, che nella Natura non esistono questi corpi, e che si possono chiamare impossibili, ed asserire ancora che la „ supposizione della loro esistenza è assurda; „ imperciocchè essendo loro stato negato il „ moto che deriva dall' elasticità, non possono quindi essere capaci del moto proveniente dall' attrazione, la quale secondo l' ipotesi è la cagione dell' elasticità.

essenziale adunque è quella, che in tutta la materia inerte, e puramente passiva subordina l'impulsione all'attrazione.

Ma quest' impulsione, che non può nè esercitarsi, nè trasmettersi ne' corpi inerti, se non col mezzo dell'elasticità, cioè del soccorso della forza d'attrazione, dipende ancora più immediatamente, e più generalmente dalla forza, che produce il calore: poichè pel mezzo del calore principalmente l'impulsione penetra ne' corpi organizzati, e pel calore si formano, crescono, e si sviluppano. Quindi alla sola attrazione debbonsi riportare tutti gli effetti della materia inerte, ed a questa medesima forza attrattiva congiunta a quella del calore, tutti i fenomeni della materia viva.

Io intendo per materia viva non solamente tutte le sostanze che vivono, o vegetano; ma eziandio tutte le molecole organizzate viventi, disperse, e sparse negli sminuzzamenti, residui de' corpi organizzati; e comprendo ancora nella materia viva quella della luce, del fuoco, e del calore; in una parola, ogni materia, che ci pare esser attiva da se medesima. Ora questa materia viva tende sempre dal centro alla circonferenza, laddove la materia inerte tende per l'opposto dalla circonferenza al centro. Quella è una forza espansiva, che anima la materia viva, ed è una forza attrattiva, a cui ubbidisce la materia inerte. E sebbene le direzioni di queste due forze siano diametralmente opposte,

 l'azio-

l'azione di ciascuna non è per ciò impedita; ma esse si bilanciano senza distruggersi giammai, e dalla combinazione di tutte due ugualmente attive ne risultano tutt'i fenomeni dell'Universo.

Ma mi si opporrà, ch'io riduco tutte le potenze della Natura a due sole forze, l'una attrattiva, e l'altra espansiva, senza addurre la cagione nè dell'una, nè dell'altra; e che suppongo inoltre dipendente da tuttedue l'impulsione, la quale è la sola forza, la cui cagione ci sia cognita, e dimostrata dal rapporto de' nostri sensi. Non sarebbe quindi ciò abbandonare un'idea chiara per sostituirle due ipotesi oscure?

Io però rispondo, che non conoscendo noi le cose che per comparazione, noi non avremo giammai verun'idea di ciò, che produce un effetto generale; poichè quest'effetto, appartenendo al tutto, non si può quindi paragonarlo con altro. Ond'è, che 'l dimandare qual è la cagione della forza attrattiva, sarebbe lo stesso che esiggere, che ci venga assegnata la ragione, perchè tutta la materia s'attragga. E che forse non ci basta di sapere che realmente tutta la materia s'attrae, e di concepire ancora, che quest'effetto essendo generale, non abbiam mezzo alcùno di paragonarlo, nè per conseguenza speranza alcuna di conoscerne giammai la causa, o la ragione? Se poi l'effetto fosse particolare, come quello dell'attrazione della calamita e del ferro, si potrebbe sperare di trovarne la cau-

causa; perchè si può paragonarlo ad altri effetti particolari, o ricondurlo all' effetto generale. Quei, che esigono da' Filosofi la ragione d'un effetto generale, non conoscono nè l' estension della Natura, nè i limiti dell' ingegno umano: onde il richiedere perchè la materia è estesa, grave, impenetrabile, anzichè questioni, sono discorsi mal concepiti, e che non meritano risposta. Lo stesso si deve dire d'ogni proprietà particolare, che sia essenziale alla cosa: richiedere, per esempio, perchè il rosso è rosso, sarebbe un' interrogazione puerile, alla quale non devesi rispondere. Un Filosofo, che facesse una dimanda simile, non si distinguerebbe da un fanciullo: e se si può perdonare la curiosità non riflessiva del fanciullo, il Filosofo però deve rigettarle, ed escluderle dalle sue idee.

Poichè dunque le forze d'attrazione, e d' espansione sono due effetti generali, non dobbiamo noi domandarne la cagione, e basta ch' essi sieno generali, ed ambedue reali ed avverati, per obbligarci a considerarli per cagioni di effetti particolari. L'impulsione è uno di quegli effetti, che noi non possiam risguardare come causa generale conosciuta, o dimostrata dal rapporto de' nostri sensi: poichè abbiam provato, ch' essa non può esistere, nè agire che col mezzo dell' attrazione, la quale non cade sotto di essi. Non v' ha cosa più evidente (dicono alcuni Filosofi) della comunicazione del moto per l' impulsione: poichè basta che un corpo urti

in un altro, perchè quest' effetto ne segua? Ma in questo senso medesimo la causa dell' attrazione non è più evidente, e più generale? poichè basta abbandonare un corpo, perchè ei cada, e prenda moto senz' altra spinta. Il moto adunque in tutt' i casi appartiene più all' attrazione, che all' impulsione.

Fatta questa prima riduzione, si potrebbe forse farne una seconda, riducendo la forza medesima d' espansione a quella d' attrazione, ed in questa maniera tutte le forze della materia verrebbero a dipendere da una sola forza primitiva: così quest' idea, se non altro, sembrerebbemi ben degna della sublime semplicità del piano, con cui opera la Natura. Ora noi non possiamo concepire, come l' attrazione si cangi in ripulsione, quando i corpi s' avvicinano quanto basti, per soffrire lo strofinamento, o l' urto d' un corpo insieme con un' altro. L' impenetrabilità, che dobbiam contare non come una forza, ma come una resistenza essenziale alla materia, non permettendo a due corpi d' occupare il medesimo spazio, cosa dovrà succedere, quando due molecole, che s' attraggono tanto più potentemente, quanto più s' avvicinano, vengano tutt' in un tratto ad urtarsi? Quest' invincibile resistenza dell' impenetrabilità non diventa allora una forza attiva, o piuttosto reattiva, che nel contatto rispinge i corpi con tanta velocità, quanta ne avevano acquistato nel momento, che si sono toccati? ed intanto la forza espansiva non sarà una for-

forza particolare opposta a quella d'attrazione, ma un'effetto, che da essa deriva, e che si manifesta in tutt'i casi, ne' quali i corpi si urtino, o si strofinino fra di loro.

Io confesso che bisogna supporre in ciascuna molecola di materia, in ogni qualunque atomo una perfetta elasticità per concepire chiaramente, come s'operi il cangiamento d'attrazione in ripulsione; ma questo stesso ci vien abbastanza indicato da' fatti, giacchè quanto più la materia s'assottiglia, tanto più acquista di elasticità; e la terra, e l'acqua che sono gli aggregati più grossi di essa, ne hanno molto meno dell'aria; e 'l fuoco, ch'è il più sottile degli elementi, è altresì quello, che ha maggior forza espansiva. Le più picciole molecole della materia, i più piccioli atomi da noi conosciuti, sono quei della luce: eppure sappiamo ch'essi sono perfettamente elastici, poichè l'angolo di riflessione della luce è costantemente eguale a quello d'incidenza: laonde possiam dedurne, che tutte le parti costituenti la materia sono in generale perfettamente elastiche, e che questa elasticità produce tutti gli effetti della forza espansiva ogni volta che i corpi s'urtino, o si sfreghino, incontrandosi fra di loro per direzioni opposte.

L'esperienza, se non erro, perfettamente s'accorda con quest'idea. Noi non conosciamo altri mezzi di produre il fuoco fuori dello sfregamento, e dell'urto de' corpi; impercciocchè il fuoco, che noi produciamo per

mezzo dell' unione dei raggi della luce, o dell' applicazione del fuoco di già prodotto, a materie combustibili, riconosce nientemeno la medesima origine, alla quale bisognerà sempre risalire; poichè, supponendo l' uomo privo di specchio ustorio, e di fuoco attuale, egli non potrà produrlo in altra maniera, che urtando, o fregando i corpi sodi scambievolmente fra di loro (3).

Potrebbe dunque la forza espansiva non essere realmente altro, che la reazione della forza attrattiva; reazione che si opera ogni volta che le molecole primitive della materia sempre attraentisi scambievolmente arrivano a toccarsi immediatamente; imperocchè allora è necessario ch' elleno sien rispinte con tanta velocità, quanta ne avevan acquistata per direzione contraria, al momento del contatto (4). E quando queste molecole-

(3) Il fuoco che qualche volta produce la fermentazione dell' erbe ammucchiate, e quello che si manifesta nelle effervescenze, non formano un' eccezione, che mi si possa opporre; poichè questa produzione di fuoco per mezzo della fermentazione, e dell' effervescenza, dipende, come tutte le altre, dall' azione dell' urto delle parti della materia fra di loro.

(4) Egli è certo, mi dirà taluno, che le molecole dopo il contatto saran rispinte, perchè

lecole ſono perfettamente libere da ogni coerenza, e non ubbidiſcono che al ſolo moto prodotto dalla loro attrazione, queſta velocità acquiſtata è immenſa nel punto del contatto. Il calore, la luce, e 'l fuoco, che ſono

---

perchè in queſto punto la loro velocità, e quella che loro viene dall'elaſticità è la ſomma delle velocità acquiſtate in tutt' i momenti precedenti, per l'effetto continuo dell' attrazione: e per conſeguenza deve vincer lo sforzo iſtantaneo dell' attrazione nel ſolo momento del contatto. Ma non ſarà ella continuamente ritardata, e finalmente diſtrutta, quando vi ſia equilibrio tra la ſomma degli sforzi dell'attrazione prima del contatto, e la ſomma degli sforzi dell' attrazione dopo il contatto? Siccome queſta queſtione potrebbe far naſcere de' dubbj, ed ingombrare queſt' oggetto per ſe medeſimo difficile, io voglio ingegnarmi di ſpiegarlo, diffondendovi ſopra la maggior luce poſſibile. Io ſuppongo adunque due molecole, o (per render l' immagine più ſenſibile) due groſſe maſſe di materia, come la Luna, e la Terra, tutteddue dotate d' una elaſticità perfetta in tutte le parti del loro interno; coſa ſuccederà mai a queſte due maſſe iſolate da ogni altra materia, ſe il loro moto progreſſivo venga in un

i più grandi effetti della forza espansiva, verranno prodotti in ogni caso, che artificialmente, o naturalmente i corpi vengono divisi in parti picciolissime, e s' incontrino per direzioni opposte; ed il calore sarà tanto più

---

subito arrestato, sicchè a ciascuna di esse non rimanga più, che la forza d'attrazione reciproca? Egli è chiaro, che in questa supposizione, la Luna e la Terra precipiterebbonsi l'una verso l'altra con una velocità, che accrescerebbesi in ciascun momento nella ragione istessa che verrebbe a scemare il quadrato delle loro distanze. Le velocità acquistate saranno dunque immense al punto del contatto, oppure al momento del loro urto, ed in tal caso questi due corpi, da noi supposti perfettamente elastici, e sciolti da ogni altro impedimento, cioè interamente isolati, saranno riflettuti, e si allontaneranno l' uno dall'altro in una direzione opposta, e colla stessa velocità acquistata al punto del contatto; velocità, la quale, quantunque continuamente diminuita dalla mutua loro attrazione, non solo le ricondurrebbe ben tosto a quell' istesso luogo, donde sono partiti, ma ancora infinitamente più lungi: perchè la ritardazione del movimento è quì in ordine inverso di quello dell' accelerazione, e la velocità acquistata nel punto dell' urto essendo

più ſenſibile, la luce tanto più viva, il fuoco tanto più violento, con quanta maggior velocità le molecole ſi precipiteranno l' una contro dell'altra per la loro ſcambievole forza d' attrazione.

Da ciò dobbiamo conchiudere che tutta la materia può divenir luce, calore, fuoco, e che baſta che le molecole di qualſiſia ſoſtanza ſi trovin in uno ſtato di libertà, vale a dire, in uno ſtato di diviſione baſtantemente grande, e di ſeparazione tale, ch' elleno poſſano ubbidire ſenz' oſtacolo ad ogni forza che le attragga l'una verſo dell'altra; imperocchè quando s' incontreranno, elleno riagiranno una contro l' altra, e ſi fuggiranno, allontanandoſi con velocità eguale a quella acqui-

---

do immenſa, gli sforzi dell' attrazione non potranno ridurla a zero, ſe non ad una diſtanza, il cui quadrato ſia egualmente immenſo; di maniera che ſe il contatto foſſe aſſoluto, e la diſtanza dei due corpi, che ſi urtano, aſſolutamente nulla, eſſi ſi allontanerebbero l' un dall' altro fino a una diſtanza infinita. Queſto a un di preſſo è ciò che accade alla luce, ed al fuoco nel momento dell' infiammazione delle materie combuſtibili; poichè nell' iſtante medeſimo ſcagliano la loro luce ad una diſtanza grandiſſima, quantunque le particelle convertite in luce foſſero prima viciniſſime fra di loro.

acquiſtata nel momento del contatto che deveſi riſguardare come un vero urto, non potendoſi due molecole vicendevolmente attraentiſi incontrare ſe non in direzione oppoſta. Quindi la luce, il calore, e'l fuoco non ſono materie particolari, nè differenti da ogni altra materia; ma è ſempre la medeſima materia che non ha ſofferto altra alterazione, altra modificazione ſe non ſe una gran diviſione di parti, ed una direzione di moto in ſenſo contrario per l' effetto dell' urto, e della reazione.

Quello che prova aſſai chiaramente che queſta materia del fuoco e della luce non può eſſer una ſoſtanza differente da ogni altra materia, ſi è, che conſerva tutte le qualità eſſenziali, ed inſieme la maggior parte degli attributi della materia comune. Primieramente la luce, ſebbene compoſta di particelle preſſochè infinitamente piccole, è ciò non oſtante diviſibile; poichè col priſma noi ſepariamo i raggi l'uno dall' altro, o, per parlar più chiaramente, gli atomi diverſamente colorati. In ſecondo luogo la luce, quantunque in apparenza dotata d' una qualità tutta oppoſta alla gravità, cioè d' una volatilità che crederebbeſi eſſerle eſſenziale, è nondimeno grave al pari d' ogni altra materia, poichè ella piegaſi ogni volta che paſſa preſſo degli altri corpi, e che non trovaſi fuori della loro sfera d' attrazione. Anzi debbo dire che ella è molto peſante relativamente al ſuo volume, ch' è d' una picciolezza eſtrema: poichè l'immen-

mensa velocità, colla quale la luce muovesi in linea retta, non le impedisce di provare presso degli altri corpi un' attrazione bastante, perchè s' inclini e cangi in maniera sensibile a' nostri occhi. Terzo, la sostanza della luce non è più semplice di quella d' ogni altra materia; imperciocchè ella è composta di parti di peso ineguale, ed il raggio rosso è molto più grave del raggio violato, e fra questi due estremi ella contiene una infinità di raggi intermedj, che alla gravità del raggio rosso o alla leggerezza del violato più o meno avvicinansi; le quali conseguenze tutte derivano necessariamente da' fenomeni dell' inflessione, e dalla refrazione della luce (5), che realmente non è altro che una in-

(5) Per rimaner convinti che l' attrazione universale agisce sulla luce, non abbisogna che esaminare i casi estremi della refrazione. Quando un raggio di luce passa attraverso d' un cristallo sotto un certo angolo d' obbliquità, cangia in un subito di direzione, ed invece di continuare il suo cammino, entra nel cristallo, e si riflette. Se la luce passa dal vetro nel vacuo, tutta la forza di questa potenza s' esercita, ed il raggio è costretto di rientrare, e rientra nel vetro per effetto della sua attrazione non equilibrata da altro. Se la luce passa dal cristallo nell'aria, l' attrazione del cristallo più forte di quella dell' aria la riconduce ancora, ma con minor for-za,

inflessione che si opera, quando la luce passa a traverso di corpi diafani. Quarto: noi possiamo dimostrare che la luce è massiccia, e che opera in qualche caso come tutti gli altri corpi: imperocchè indipendentemente dal suo effetto ordinario, ch' è di scintillare a' nostri occhi, e indipendentemente dall'azione

---

za, perchè quest' attrazione del vetro viene in parte distrutta da quella dell' aria che agisce in senso contrario sul raggio di luce. Se questo raggio passa dal cristallo nell' acqua, l' effetto è molto men sensibile, il raggio entra con istento, distrutta essendo quasi del tutto l' attrazione del cristallo da quella dell' acqua, che s' oppone alla sua azione. E finalmente se la luce passa dal cristallo nel cristallo, siccome le due attrazioni sono eguali, l' effetto scompare, ed il raggio continua il suo cammino. Alcune altre sperienze dimostrano che questa potenza attrattiva, o questa refringente, è sempre a un dipresso proporzionale alla densità delle materie trasparenti, trattine i corpi untuosi e sulfurei, la forza restringente de' quali è maggiore a motivo della maggior analogìa, e rapporto di natura che ha la luce colle materie inflammabili, che con altre materie.

Quando però rimanesse qualche dubbio su quest' attrazione della luce verso i corpi, si volgano gli occhi alle inflessioni che soffre un raggio

ne ſua propria per loppiù accompagnata da ſplendore, e bene ſpeſſo da calore, ella agiſce in ragion della ſua maſſa allorchè noi la condenſiamo riunendola, ed agiſce a ſegno di mettere in moto corpi ben gravi collocati al fuoco di un perfetto ſpecchio uſtorio, di far girare un ago ſu di un perno poſto al ſuo fuoco, di ſpingere, cacciar via, e rintuzzare le foglie d'oro o d'argento, che ſe le preſentano avanti di fonderle, anzi prima di riſcaldarle ſenſibilmente. Queſt' azione prodotta dalla ſua maſſa è la prima, e precede quella del calore, e ſi opera tra la luce condenſata, e le foglie

---

raggio, quando paſſa molto vicino alla ſuperficie d'un corpo. Un raggio di luce non può entrare per un picciolilliſſimo pertugio in una camera oſcura, ſenza eſſer fortemente attratto verſo gli orli del medeſimo: e queſto piccolo faſcetto di raggi ſi divide, e ciaſcun raggio vicino alla circonferenza del pertugio ſi piega verſo queſta circonferenza, e tale infleſſione produce certe frangie colorate, e certe apparenze coſtanti, che ſono l'effetto dell' attrazione della luce verſo i corpi vicini. Lo ſteſſo accade ai raggi che paſſano tra due lame di coltello: alcuni ſi piegano verſo la lama ſuperiore, altri verſo l'inferiore, e non vi ſono che quelli di mezzo, che ſoffrendo dai due lati un' eguale attrazione non iſvianſi, e ſeguono la loro direzione.

ſoglie del metallo nella maniera ſteſſa che agiſce fra due altri corpi che divengon contigui; onde la luce ha ancora queſta proprietà comune con ogni altra materia. Quinto finalmente noi ſaremo obbligati di concedere che la luce è un miſto, cioè, una materia come tutte le altre, compoſta non ſolamente di parti più groſſe e più piccole, più o meno peſanti, più o meno mobili, ma ancora diverſamente figurate. Chiunque avrà fatta conſiderazione ai fenomeni, che Newton chiama *gli acceſſi della facile rifleſſione, e facile traſmiſſione della luce*, ed agli effetti della doppia rifrazione del criſtallo di rocca, e dello Spato, chiamato criſtallo d'Islanda, non potrà non conoſcere, che gli atomi della luce hanno molti lati e molte facce differenti; le quali, ſecondo ch'elleno ſi preſentano, producono coſtantemente effetti diverſi (6).

Ecco

(6) Ciaſcun raggio di luce ha due lati oppoſti dotati originalmente d' una proprietà, da cui dipende la rifrazione ſtraordinaria del criſtallo, e due altri lati oppoſti, ne' quali non ſi trova queſta proprietà. *Ottic.* di Newton, *queſt.XXVI. traduz.* di Coſte. *Nota.* Queſta proprietà, della quale in queſto luogo parla il Newton, non può dipendere che dall' eſtenſione, o dalla figura di ciaſcuno de' lati dei raggi, cioè degli atomi della luce. *Veggaſi queſt' articolo* più ampiamente in Newton.

Ecco più di quel che biſogna per dimoſtrare, che la luce non è una materia particolare, nè differente dalla comune: che la ſua eſſenza è la medeſima, e medeſime le ſue proprietà eſſenziali: che infine non ne differiſce, che per aver ella ſofferto nel punto del contatto la ripulſione, donde ne viene la ſua volatilità. E nel modo ſteſſo che l'effetto della forza d'attrazione eſtendeſi all' infinito ſempre decreſcendo a miſura che s' accreſce lo ſpazio, gli effetti della ripulſione pure s'eſtendono, e decreſcono, ma con ordine inverſo, di modo che noi poſſiamo alla forza eſpanſiva applicare quanto ſappiamo della forza attrattiva. Queſte forze ſono per la Natura due ſtromenti della medeſima ſpecie, o piuttoſto non ſono che lo ſteſſo ſtromento, ch' ella maneggia per due direzioni oppoſte.

Qualunque materia diverrà luce toſto che diſtrutta tutta la coerenza, ſi troverà diviſa in molecole ſufficientemente piccole, e che queſte molecole eſſendo in libertà, verranno dalla mutua loro attrazione determinate a precipitarſi l'una contro dell' altra. Nell' iſtante dell' urto s'eſerciterà la forza ripulſiva, e le molecole andran fuggendoſi per qualunque direzione con una velocità preſſochè infinita, eguale però a quella, che hanno acquiſtata nel momento del contatto: imperciocchè la legge dell' attrazione eſſendo di creſcere in ragione che lo ſpazio diminuiſce, egli è chiaro, che nel contatto lo ſpazio ſempre proporzionale al quadrato della diſtanza divie-

diviene nullo, e che per conseguenza la velocità acquistata in virtù dell'attrazione, deve in questo punto diventare quasi infinita: e questa velocità sarebbe di fatti infinita, se immediato fosse il contatto, e per conseguenza la distanza fra i due corpi fosse assolutamente nulla; ma siccome più volte abbiam detto, che non v' ha niente assoluto, niente perfetto nella Natura, e niente assolutamente grande, o assolutamente picciolo, niente interamente nullo, e veramente infinito: quindi tutto ciò ch'io ho detto della picciolezza *infinita* degli atomi costituenti la luce, dell' elasticità loro *perfetta*, della distanza *nulla* nel momento del contatto, deve intendersi con moderazione. Se si potesse dubitare di questa verità metafisica, ci sarebbe possibile di darne una dimostrazione fisica, senz' anche scostarci punto dal nostro soggetto. Tutto il Mondo sa che la luce per venire dal Sole infino a noi impiega all' incirca sette minuti e mezzo di tempo. Supponendo dunque il Sole lontano trentasei millioni di leghe, la luce scorre questa enorme distanza in sette minuti e mezzo, oppure, ciò ch' è lo stesso (supposto il suo moto uniforme) ottanta milla leghe in un secondo: e questa velocità, la quale, sebbene prodigiosa, è non ostante ben lungi dall' essere infinita, potendosi determinare per numeri, cesserà di sembrar prodigiosa, quando riflettasi che la Natura sembra camminare tanto in grande che in piccolo con ugual velocità. Basta calcolare

lare la celerità di moto delle Comete intorno al loro Perielio, oppure quella de' Pianeti che muovonsi il più rapidamente, per rimaner convinti, che la velocità di queste masse immense, sebbene minima, si può però paragonare con quella de' nostri atomi di luce.

E siccome tutta la materia può convertirsi in luce per la divisione; e la ripulsione delle sue parti eccessivamente divise, quando provano un' urto l'una contro dell' altra, la luce può similmente cambiarsi in ogni altra materia per l' addizione delle sue proprie parti accumulate per mezzo dell' attrazione degli altri corpi. Noi vedremo in appresso che tutti gli elementi sono convertibili: e se si è dubitato, che la luce, che pare l' elemento il più semplice, possa convertirsi in sostanza solida, si è, e perchè non si è fatta sufficiente attenzione a tutt' i fenomeni, e perchè si aveva il pregiudizio, ch' essendo essenzialmente volatile, ella non potesse giammai divenir fissa. Ma non abbiamo noi forse provato, che la fissezza, e la volatilità dipendono dalla medesima forza attrattiva nel primo caso, divenuta ripulsiva nel secondo? e con ciò non abbiamo noi fondamento di credere che questo cangiamento della materia fissa in luce, e della luce in materia fissa, è una delle più frequenti operazioni della Natura?

Dopo aver dimostrato, che l' impulsione dipende dall' attrazione: che la forza espansiva è la medesima che la forza attrattiva dive-

divenuta negativa: che la luce, e con maggior ragione il calore, e'l fuoco altro non sono che modificazioni della materia comune: che non esiste, in una parola, che una sola forza, ed una sola materia, sempre pronta ad attraersi, o a rispingersi secondo le circostanze: cerchiamo ora come la Natura possa variare all' infinito le sue opere per mezzo di questo solo mezzo, e di quest'unico soggetto. Noi procederemo con metodo in questa ricerca, e ne presenteremo con maggior chiarezza i risultati, astenendoci dal paragonare sul principio gli oggetti più lontani, e più opposti come il fuoco, e l'acqua, l'aria, e la terra, e conducendoci al contrario per le medesime insensibili gradazioni, che segue la Natura in tutt' i suoi andamenti. Paragoniamo dunque le cose più vicine, e cerchiamo di comprenderne le differenze, cioè le particolarità, ed ingegniamoci di rappresentarle più chiaramente, che le loro generalità. Nel primo punto di vista generale la luce, il calore, e'l fuoco non sono che un solo oggetto; ma nel punto di vista particolare questi sono tre oggetti distinti, tre cose, che quantunque si rassomiglino per un gran numero di proprietà, variano ciò non ostante per un piccolo numero d'altre proprietà assai essenziali, per poterle riguardare come tre cose differenti, onde si debbano paragonare ad una ad una.

Ma quali sono prima d'ogni altro le proprietà comuni alla luce, ed al fuoco, e qual-

li ne ſono le proprietà differenti? La luce, ſi riſponde, ed il fuoco elementare non ſono che una coſa medeſima, ed una ſola ſoſtanza. Ciò può eſſere: aſteniamoci intanto dal decider ſu queſto primo punto, per non aver ancora un' idea chiara del fuoco elementare. La luce, e 'l fuoco, ſiccome noi li conoſciamo, non ſono eglino all' oppoſto due coſe differenti, due ſoſtanze diſtinte, e diverſamente compoſte? E' vero, che il fuoco ſpeſſe volte è luminoſo, eſiſte però qualche volta anche ſenza veruna apparenza di luce: ma luminoſo, o oſcuro che ſia, non eſiſte giammai ſenza un gran calore; laddove per l' oppoſto la luce sfavilla ſovente, e riſplende ſenza il menomo calor ſenſibile. La luce par che ſia un' opera della Natura: e il fuoco non è che il prodotto dell' induſtria dell' uomo; la prima ſuſſiſte (per dir così) da ſe ſteſſa, e ſi ritrova ſparſa negli ſpazj immenſi dell' Univerſo intero: il ſecondo non può ſuſſiſtere che per mezzo degli alimenti, e non ſi trova che in qualche punto dello ſpazio, in cui l'uomo lo conſervi, o in qualche profondo ſito della terra, ove ancora mantenuto venga da convenevoli alimenti. Non ſi nega che la luce, condenſata ch' ella ſia, e riunita dall' arte dell' uomo, poſsa produrre il fuoco; ma queſto non avviene che quando ella cade ſopra materie combuſtibili. La luce dunque al più al più (ed in queſto ſolo caſo) non è altro, che il principio del fuoco, non già il fuoco ſteſſo; e queſto mede-

mede-

desimo principio non è immediato, poichè ne suppone uno intermedio, cioè quello del calore, il quale par che s' accosti assai più che la luce all' essenza del fuoco. Ma il calore esiste sovente senza luce, siccome la luce senza il calore: dunque questi due principj non sembrano necessariamente legati insieme, e i loro effetti non sono nè simultanei, nè contemporanei, poichè in certe circostanze si sente il calore molto prima del comparir la luce, ed in altre si vede la luce molto tempo prima di sentire il calore, ed anche senza sentirlo.

Il calore adunque non è egli un' altra maniera d' essere, una modificazione della materia, che certamente meno d' ogni altra differisce da quella della luce, ma che si può tuttavia considerare a parte, e che dovrebbesi concepire anche più facilmente? Imperciocchè la facilità più o men grande, che noi proviamo a concepire le differenti operazioni della Natura, dipende da quella, che noi abbiamo di applicarvi i nostri sensi. Quando un' effetto della Natura cade sotto due dei medesimi, come a dire, la vista, e'l tatto, noi crediamo di averne piena cognizione; ma un' effetto che non fa impressione che sull' uno, o sull' altro, riesce più difficile a conoscersi; ed in questo caso la facilità, o la difficoltà di giudicarne, dipende dal grado di superiorità, che si trova tra i nostri sensi. La luce che noi non conosciamo, che per lo senso della vista (senso il più falla-

fallace, e 'l più imperfetto) dovrebbe esserci men nota del calore, che ferisce il tatto, e fà quindi impressione su 'l più sicuro de'nostri sensi; eppure bisogna confessare, che, malgrado questo vantaggio, si sono fatte minori scoperte sulla Natura del calore, che su quella della luce, ossia perchè l'uomo meglio comprende quello, che vede, che quel che sente: oppure perchè la luce presentandosi ordinariamente, come una sostanza da tutte le altre distinta e differente, sia sembrata degna di particolare considerazione; laddove il calore, il cui effetto è più oscuro, presentandosi, come un'oggetto meno isolato, men semplice, non è stato risguardato, come sostanza distinta, ma come un attributo della luce, e del fuoco.

Quando anche si trovasse aver le sue ragioni quell'opinione, che fa del calore un puro attributo, una qualità semplice, sarebbe sempre più utile di considerar il calore in se stesso, e per gli effetti che produce da se solo: cioè, quando ci sembra indipendente dalla luce, e dal fuoco. La prima cosa che mi si affaccia, e che a me sembra ben degna di considerazione, è, che la sede del calore è diversa da quella della luce; poichè questa occupa e percorre gli spazj vuoti dell' Universo: e 'l calore all' opposto, si trova generalmente sparso in tutta la materia solida. Il globo della terra, e tutte le sostanze, che lo compongono, hanno un grado di calore ben più notabile di quello che si può

immaginare. L'acqua ha il ſuo grado di calore che non perde, ſe non cangiando il ſuo ſtato, cioè, perdendo la ſua fluidità; l' aria anch' eſſa non è priva del ſuo calore, che noi chiamiamo temperie: la quale molto varia, ma non ſi perde giammai interamente, poichè la ſua elaſticità ſuſſiſte anche nel più gran freddo. Il fuoco ſteſſo ha i ſuoi diverſi gradi di calore, che ſembrano meno dipendere dalla Natura ſua propria, che da quella degli alimenti, onde ſi nutriſce. Quindi tutta la materia cognita è calda, e per conſeguenza il calore è una affezione molto più generale di quella della luce.

Il calore penetra ſenza veruna eccezione tutt' i corpi, che gli ſono eſpoſti, mentre non v'ha che i ſoli corpi diafani che laſciano il paſſaggio alla luce, la quale viene arreſtata, e reſpinta in parte da tutt' i corpi opachi. Pare adunque che il calore agiſca di una maniera aſſai più generale e più palpabile, che non fa la luce; e ſebbene le particelle del calore ſiano eccesſivamente piccole, penetrando eſſe i corpi i più fitti, parmi nondimeno che ſi poſſa dimoſtrare, ch' elleno ſono aſſai più groſſe di quelle della luce; imperciocchè colla luce ſi produce il calore, riunendola in gran quantità; ed inoltre facendo impreſſione il calore ſul ſenſo del tatto, egli è neceſſario, che la ſua azione ſia proporzionale alla groſſezza di queſto ſenſo, ſiccome la dilicatezza degli organi della viſta ſembra che lo ſiano all' eſtrema finezza delle

le particelle della luce. Queste muovonsi colla più gran velocità, agiscono in un'istante a distanze immense, mentrechè quelle del calore non hanno che un moto progressivo assai lento, e par che non s'allontanino, che a piccoli intervalli, dal corpo, da cui si mandan fuori.

Il principio d' ogni calore sembra essere l' attrito de' corpi, ed ogni fregamento: cioè, ogni moto per direzioni contrarie tra materie solide, produce calore; e se questo medesimo effetto non iscorgesi ne' fluidi, si è, perchè le loro parti non si toccano tanto vicine per poter essere strofinate fra di loro, e perchè avendo poca aderenza scambievole, la resistenza che oppongono all' urto d' altri corpi, è troppo debole, perchè il calore possa nascere o manifestarsi ad un grado sensibile: in questo caso però si vede spesso una luce prodotta da siffatto fregamento di un fluido, senza sentirsi calore. Tutt' i corpi o di piccolo o di gran volume incontrandosi per direzioni contrarie riscaldansi: dunque il calore è il prodotto del moto di ogni materia palpabile, di qualunque volume ella sia; laddove la produzione della luce, che si fa anche essa per mezzo del moto per direzioni contrarie, suppone dippiù la divisione della materia in parti piccolissime; e siccome quest' operazione della Natura è la stessa, tanto per la produzione del calore, quanto per quella della luce, essendo amendue prodotte dal moto per direzioni contrarie, e

 dall'

dall' incontro de' corpi, devesi perciò conchiudere che gli atomi della luce sono solidi da per se stessi, e caldi fin dal momento della loro origine; ma non possiamo poi egualmente assicurarci ch' eglino conservino il calore al medesimo grado che la luce, nè che lascino d' esser caldi pria di cessare d' essere luminosi. Alcune ovvie esperienze sembrano indicare, che il calore della luce del Sole cresca passando attraverso d'uno specchio piano quantunque la quantità della luce venga considerevolmente diminuita dalla riflessione, che si fa sulla superficie esteriore dello specchio, e che la materia stessa del vetro ne ritenga una certa quantità. Altre esperienze più ricercate (7) pare che provino

(7) Un valente Fisico (il Sig. de Saussure cittadino di Ginevra.) ha voluto comunicarmi il risultato delle sperienze da lui fatte nelle montagne sul differente calore de' raggi del Sole, ed io riferirò quì le stesse sue parole. „ Ho fatto fare nel Marzo del 1767. „ cinque casse rettangolari di vetro bianco di „ Boemia, ciascuna delle quali è la metà „ d' un cubo tagliato paralellamente alla ba- „ se; la prima ha un piede di larghezza per „ tutt' i lati sopra sei pollici d' altezza; la „ seconda dieci pollici sopra cinque, e così „ in fila fino alla quinta, che ha due pollici „ sopra uno. Tutte queste casse sono aperte nel

vino, che la luce cresce di calore a misura che attraversa una più gran densità della nostra atmosfera.

Egli è incontrastabile, che il calore diventa minore, o il freddo più grande, a misura che noi andiamo all' alto dalle mon-

„ nel fondo, e s' incastrano una dentro dell'al-
„ tra su di una tavola molto grossa, di legno
„ di pero annerito, alla quale debbono esser
„ fissate. Io adopro per questa sperienza set-
„ te termometri, l' uno sospeso nell' aria,
„ perfettamente isolato a canto delle casse,
„ ed alla medesima distanza dal suolo; l'al-
„ tro posto sulla cassa esteriore al di fuori
„ della medesima, e quasi nel mezzo; il se-
„ condo similmente posto sulla seconda cas-
„ sa, e così successivamente degli altri fino
„ all'ultimo, il quale si trova sotto la quin-
„ ta cassa, e approfondato fino alla metà
„ nel legno della tavola.

„ E' da osservarsi che tutti questi termo-
„ metri sono di mercurio, e che tutti (tol-
„ tone l' ultimo) hanno la palla nuda, e
„ e non sono attaccati come gli ordinarj ad
„ una tavoletta, o in una scatoletta, la
„ maggiore o minore attitudine delle quali a
„ ricevere, ed a conservare il calore, fa
„ interamente variare i risultati delle spe-
„ rienze.

„ Espo-

tagne: ed è vero altresì, che il calore, che viene dal globo tutto della terra, dev' essere meno sensibile su queste prominenze, che non è nelle pianure. Ma questa cagione non è del tutto proporzionale all' effetto; poichè l'azione del calore, che esce dal globo

---

„ Esposto tutto questo apparecchio al Sole in un luogo scoperto, per esempio, „ sul muro del recinto d' un grán terrapieno; „ io trovo che il termometro sospeso nell' „ aria libera ascende meno di tutti, e che „ quello che trovasi sulla cassa esteriore s'in- „ nalza un poco più, successivamente quel- „ lo ch' è sulla seconda, e così degli altri, „ osservando intanto che il termometro collo- „ cato sulla quinta cassa, ascende più alto di „ quello ch' è al di sotto della medesima, e „ ficcato per metà nel legno della tavola. „ Io ho veduto quello montare ai 70. gradi „ di Reaumur (collocando l'O alla conge- „ lazione, e l' 80.mo grado all' acqua bollen- „ te). Le frutta esposte a questo calore si „ cuocono, e mandan fuori il loro sugo.

„ Quando quest' apparecchio è esposto al „ Sole fin dacchè nasce, il maggior calore „ comunemente si osserva verso le due ore „ e mezzo dopo il mezzo giorno, e questo „ calore non lo perde interamente se non „ dopo molte ore dacchè è stato ritirato dai „ raggi del Sole.

„ Que-

bo terrestre, non potendo diminuirsi che in ragione del quadrato della distanza, non pare che all' altezza d' una mezza lega (che non è più che la tremillesima parte del semidiametro del globo, il cui centro deve prendersi pel fuoco del calore): non pare, dico, che questa differenza, la quale in quest' ipotesi non è che un' unità sopra nove milioni, possa produrre una diminuzione di calore così rimarchevole, che sia a un di presso eguale a quella che provasi elevandosi a siffatta

---

„ Questo stesso apparecchio io l' ho fatto
„ portare su d' una montagna alta cinque-
„ cento tese in circa al disopra del luogo,
„ dove solevan farsi le sperienze: ed ho
„ trovato che il raffreddamento prodotto dall'
„ innalzamento agiva molto più sui termo-
„ metri sospesi nell' aria libera, che sopra
„ quelli ch' erano rinchiusi nelle casse di ve-
„ tro, quantunque io avessi avuta tutta la cu-
„ ra di empirle dell' aria stessa della mon-
„ tagna, per riguardo alla falsa supposizione
„ di quei che credono, che il freddo delle
„ montagne derivi dalla purità dell' aria,
„ che vi si respira.

Sarebbe a desiderarsi, che il Sig. de Saussure (dalla sagacità del quale non possiamo aspettarci che cose eccellenti) portasse ancora più lungi queste sperienze, e si compiacesse di pubblicarne i risultati.

ſatta altezza; perciocchè e il termometro vi ſi abbaſſa in tutt' i tempi dell' anno fino al punto della congelazione dell' acqua, e la neve o il ghiaccio ſuſſiſtono a queſta altezza ſu queſte alte montagne in tutte le ſtagioni. Non ſembra dunque probabile, che queſta gran differenza di calore unicamente provenga dalla differenza del calore della terra; di che ſaremo noi pienamente convinti, ſe rifletteremo che all' altezza de' Vulcani (ove la terra è più calda, che in altra parte della ſuperficie del globo) il freddo dell' aria è quaſi lo ſteſſo, che nelle altre montagne alla medeſima altezza.

Si potrebbe dunque ſoſpettare, che gli atomi della luce, quantunque caldiſſimi nel momento della loro origine, e nell' uſcir del Sole, ſi raffreddino aſſai ne' ſette minuti e mezzo di tempo, che nel venire impiegano dal Sole alla Terra, tanto più, che eſſendo la durata del calore, o (ciocchè è lo ſteſſo) il tempo del raffreddamento de' corpi in ragione del loro diametro, ſembrerebbe che non biſognaſſe, che un piccoliſſimo momento per lo raffreddamento degli atomi della luce, quaſi infinitamente piccoli; e queſto ſuccederebbe effettivamente s' eglino foſſero iſolati. Ma ſiccome ſi ſuccedono quaſi immediatamente, e ſi propagano in faſcetti tanto più fitti, quanto più vicini ſi ritrovano alla loro origine, il calore che ciaſcun atomo va perdendo, cade ſopra gli atomi vicini, e queſta reciproca comunicazion di calore, che parte da

da ciaſcun atomo, trattiene più lungo tempo il calor generale della luce; e ſiccome la loro direzione è coſtantemente divergente, e l' allontanamento dell' uno dall' altro creſce in ragion dello ſpazio, che percorrono: e nel medeſimo tempo il calore che parte da ciaſcun atomo, come centro, ſcema nella medeſima ragione: ne ſegue che l'azione della luce dei raggi ſolari, decreſcendo in ragione inverſa del quadrato della diſtanza, quella del loro calore ſcema in ragione inverſa del quadrato-quadrato della diſtanza medeſima.

Prendendo dunque per unità il ſemidiametro del Sole, e ſupponendo l' azion della luce come 1000, alla diſtanza d' un ſemidiametro della ſuperficie di queſt' aſtro, eſſa non ſarà più che come $\frac{1000}{4}$ alla diſtanza dei due ſemi-diametri, e come $\frac{1000}{9}$ a quella de' tre ſemidiametri, e $\frac{1000}{16}$ alla diſtanza di quattro ſemi-diametri; finalmente nell' arrivare a noi, che ſiamo lontani dal Sole trentaſei milioni di leghe, cioè, circa ducento ventiquattro di queſti ſemi diametri, l'azione della luce ſarà come $\frac{1000}{50625}$, cioè più di cinquantamila volte più debole che all'uſcir del Sole; e 'l calore di ciaſcun atomo di luce ſuppoſto 1000 all' uſcir del Sole, non ſarà che come $\frac{1000}{16}$, $\frac{1000}{81}$, $\frac{1000}{256}$ alla diſtan-

za successiva di 1, 2, 3 semidiametri; ed in arrivando a noi, come $\frac{1000}{2562890625}$, cioè, più di due mille cinquecento milioni di volte più debole, che nel partir dal Sole.

Quand' anche non si volesse ammettere questa diminuzione del calor della luce in ragione del quadrato quadrato della distanza dal Sole (quantunque quest' estimazione mi sembri fondata sopra d' un raziocinio assai chiaro) sarà però sempre vero, che il calore nel propagarsi diminuisce molto più della luce, almeno in quanto all' impressione che fanno l' uno e l' altro su i nostri sensi. Si ecciti un fortissimo calore, accendasi un gran fuoco in un punto dello spazio, non sentirassi che a mediocre distanza; laddove la luce si vede a distanze grandissime. Appressiamo a poco a poco la mano ad un corpo eccessivamente caldo, e noi ci accorgeremo alla sola sensazione che il calore cresce assai più, che non diminuisce lo spazio. Imperciocchè noi ci scaldiamo sovente con piacere ad una distanza, non diversa, se non di qualche pollice, da quella, ove ci abbruceremmo. Tutto sembra dunque indicarci, che il calore diminuisce in maggior ragione che la luce, a misura che tutte due s' allontanano dal fuoco, donde partono.

Quindi si può credere che gli atomi della luce son assai raffreddati quando arrivano alla superficie della nostra atmosfera, ma che nell' attraversare la gran densità di questa mas-

sa

ſa traſparente, in eſſa riacquiſtino un nuovo calore per mezzo dello sfregamento. La velocità infinita, colla quale le particelle della luce fendono quelle dell' aria, deve produrre un calore altrettanto più grande, quanto più moltiplicato è lo ſtrofinamento, e per queſta ragione probabilmente il calore de' raggi ſolari ſi trova in realtà molto più grande negli ſtrati inferiori dell' atmosfera, ed il freddo dell' aria pare che s' accreſca conſiderevolmente a miſura che ſiccome la luce non prende calore ſe non riunendoſi, vi biſogni un gran numero d' atomi di luce per coſtituirne un ſolo di calore; e che per queſta ragione la debole luce della Luna, quantunque paſſando per l' atmosfera, come quella del Sole, non prenda alcun grado di calore ſenſibile. Se, ſecondo il parere del Sig. Bouguer (8), l'intenſità della luce del Sole ſulla ſuperficie della terra, è trecento mila volte più grande di quella della luce della Luna, queſta non può eſſere che quaſi aſſolutamente inſenſibile, anche riunita nel fuoco de' più potenti ſpecchi uſtorj, che non arrivano a condenſarla che circa due mila volte, dalle quali ſottraendone la metà per la perdita a motivo della rifleſsione, o refrazione, non rimane al foco dello ſpecchio che una trecenteſima parte d' intenſità. Ciò poſto, vi ſono forſe termometri aſſai ſenſibili per dimoſtrare il grado di ca-

(8) *Eſſay d'Optique ſur la gradation de la Lumiere.*

lore contenuto in una luce trecento volte più fiacca di quella del Sole ? e potrannosi fabbricare specchj così potenti da poterla condensare maggiormente ?

Da quanto ho detto fin quì non si deve però inferire, che la luce possa esistere senza alcun calore, ma solamente che i gradi di questo calore sono differentissimi secondo le varie circostanze, e sempre insensibili, quando la luce è debolissima (9). Il calore al contra-

---

(9) Si potrebbe anche presumere, che la luce in se stessa sia composta di particelle più o men calde. Il raggio rosso, i cui atomi sono molto più massicci, e probabilmente più grossi di quei del raggio violato, deve in ogni circostanza trattenere molto più calore; e questa presunzione parmi fondata quanto basti per cercare di confermarla coll' esperienza; al qual fine non sarebbe necessario altro che ricevere (all'uscire del prisma) un'egual quantità di raggi rossi, e di raggi violati, sopra due piccoli specchi concavi, o due lenti refringenti, e vedere nel termometro il risultato del calore di quelli, e di questi.

Io mi ricordo d' un' altra esperienza, la quale par che mostri che gli atomi blò della luce sono più piccoli di quelli degli altri colori: poichè ricevendo su di una sottilissima foglia d' oro battuto la luce del Sole, quella si riflette tutta, ad eccezione dei raggi blò, i quali passano attraverso la foglia d' oro, e di-

trario pare che abitualmente esiste, ed anche si fa sentir vivamente senza luce, ed ordinariamente non è da essa accompagnato, se non quando diventa eccessivo. Ma ciò, che costituirebbe una differenza anche più essenziale tra queste due modificazioni della materia, s'è, che il calore, che penetra in tutt'i corpi, non par che si fissi in alcuno, nè vi si trattenga che per poco tempo; laddove la luce vi s'incorpora, s'ammortisce, e spegnesi in tutti quelli che non la riflettono, o non la lasciano liberamente passare. Fate riscaldare a qualunque grado più corpi d'ogni maniera; tutti in ben poco di tempo perderanno il calore acquistato, ritorneranno al grado della temperie generale, e non avranno per conseguenza più che il medesimo calore che avevano dapprima. Ricevete parimente la luce in più o meno quantità sopra di corpi neri o bianchi, rozzi o levigati, e riconoscerete facilmente che alcuni l'ammettono, altri la rispin-

---

e dipingono d'un bell'azzurro la carta bianca, che si mette a qualche distanza dietro la foglia d'oro; questi atomi blò sono dunque più piccoli degli altri, poichè passano per dove gli altri non possono passare. Io non mi trattengo intanto sulle conseguenze che debbonsi cavare da questa sperienza, perchè questo color blò, prodotto in apparenza dalla foglia d'oro, può appartenere al fenomeno delle ombre blò, delle quali parlerò in una delle Memorie seguenti.

ſpingono, e che invece di riceverne impreſſione d'una maniera uniforme, come dal calore, eglino non lo ſono che in una maniera relativa alla loro natura, al loro colore, ed alla loro levigatezza; e che i neri aſſorbiranno più luce dei bianchi, gli aſpri più dei levigati; e queſta luce una volta aſſorbita, rimane fiſſa, e dimora ne' corpi che l' hanno ammeſſa, nè più ricompare, o n'eſce, come fa il calore; onde dovrebbeſi conchiudere che gli atomi della luce poſſon divenire parti coſtitutive de' corpi, ſe uniſcanſi alla materia che li compone; laddove il calore non fiſſandoſi, par che impediſce l' unione di tutte le parti della materia, e non agiſce che per tenerle ſeparate.

Intanto ſonovi alcuni caſi, ne' quali il calore ſi fiſſa e dimora ne' corpi, ed altri caſi, ne' quali la luce aſſorbita da' corpi, ricompare e n'eſce come il calore. I diamanti, e le altre pietre traſparenti, che imbevonſi della luce del Sole, le pietre opache (come quella di Bologna) che dalla calcinazione ricevono le particelle di un fuoco brillante, e tutt' i foſfori naturali, tramandano la luce, che hanno aſſorbita; e queſta reſtituzione, o perdimento di luce ſi fa ſucceſsivamente e col tempo a un di preſſo come quello del calore, locchè forſe ſuccede o in tutto, o in parte ne' corpi opachi. Comunque però ſia la coſa, dopo ciò, che abbiam detto, par che debbanſi riconoſcere due ſorti di calore, uno lucido; la cui miniera immenſa è il Sole,

e l'al-

e l'altro oſcuro, il cui gran riſerbatojo è il globo terreſtre. Il noſtro corpo, ſiccome fa una parte del globo, partecipa di queſto calore oſcuro: onde eſſendo oſcuro da per ſe ſteſſo, cioè ſenza luce, è anche oſcuro per noi, perchè non ce n'accorgiamo per mezzo di alcuno de' noſtri ſenſi. Di queſto calore del globo adunque noi faremo lo ſteſſo giudizio, che del ſuo movimento, cioè che noi vi ſiamo ſommeſsi, e ne partecipiamo ſenza ſentirlo, e ſenza dubitarne. Quindi è che i Fiſici hanno rivolte ſubito tutte le loro viſte, e le loro ricerche al calore del Sole, non badando ch'eſſo non era che una picciolisſima parte di quello, che realmente proviamo; ma avendo eglino inventato alcuni ſtromenti per riconoſcere la differenza tra il calore immediato de' raggi del Sole in eſtate, e quello di queſti medeſimi raggi nell' inverno, hanno non ſenza meraviglia trovato, che queſto calore ſolare nella ſtate è ſeſſantaſei volte più grande che nell' inverno nel noſtro clima, e che nondimeno il più gran calore della noſtra ſtate non differiſce che d' una ſettima parte dal più gran freddo del noſtro inverno; e di quì conchiuſero con gran ragione, che indipendentemente dal calore, che dal Sole noi riceviamo, un' altro vien fuori dal globo medeſimo della terra ben più conſiderevole, e del quale quello del Sole non è che il complemento; di ſorte che in oggi è dimoſtrato, che il calore, che eſce dall'interno

della

della terra (10) (nel nostro clima) è almeno ventinove volte in estate, ed in inverno quattrocento volte più grande del calore, che ci viene dal Sole; dico almeno, perciocchè qualunque esattezza i Fisici, e particolarmente il Mairan, abbian usata in queste ricerche, qualunque precisione abbian essi potuto mettere nelle loro osservazioni, e ne' loro calcoli, io ho compreso esaminandoli, che il risultato poteva montare più alto (11). Que-

(10) Vegganfi la Storia dell' Accademia delle Scienze, *ann.* 1702. *pag.* 7.; e la Memoria del Sig. Amontons, *pag.* 155; e le memorie del Sig. de Mairan, *ann.* 1710. *pag.* 104; 1721. *pag.* 8; e 1765. *pag.* 143.

(11) I Fisici hanno preso pel grado di freddo assoluto mille gradi al disotto della congelazione. Bisognava piuttosto supporlo di dieci mila, che di mille, perciocchè quantunque io sia persuasissimo che nella Natura niente v'è d'assoluto, e che un freddo di dieci mila gradi forse non si dà, che negli spazj i più lontani dal Sole; tuttavia siccome quì si tratta di prendere per unità il più gran freddo possibile, io l'avrei almeno supposto più grande di quello, la metà, o i tre quinti del quale noi possiamo produrre. Imperciocchè a Pietroburgo, alli 6. di Gennajo 1760 s'ottennero artificialmente cinquecento

Questo gran calore, che risiede nell' interno del globo, e che costantemente trapela al di fuori, deve entrare come elemento nella combinazione di tutti gli altri elementi. Onde se il Sole è il padre della Natura, il calore della terra ne sarà la madre, e tutti e due s' uniscono per produrre, mantenere, animare gli enti organizzati, e per lavorare, render simili, e comporre le sostanze inanimate. Questo calore interno del globo, che sempre tende dal centro alla circonferenza, e che perpendicolarmente và scostan-

---

cento novantadue gradi di freddo, in tempo che il freddo naturale era di gradi trentuno al disotto della congelazione: e se si fosse fatta la stessa sperienza nella Siberia, dove il freddo naturale arriva talvolta ai settanta gradi, si sarebbe prodotto un freddo di più di mille gradi, giacchè s' è osservato, che il freddo artificiale segue la stessa proporzione del freddo naturale. Ora $31 : 592 :: 70 : 1336\frac{24}{31}$: Sarebbe dunque possibile d' ottenere nella Siberia un freddo di mille trecentrentasei gradi al disotto della congelazione; dunque il maggior grado di freddo possibile deve supporsi molto al di là dei mille, ed anche dei mille trecento trentasei per farne l' unità, alla quale si riferiscono i gradi del calore tanto

ſtandoſi dalla ſuperfizie della terra, egli è, ſecondo me, un gran agente nella Natura, e non può dubitarſi che abbia eſſo la principale influenza ſulla perpendicolarità de' tronchi delle piante, ſui fenomeni dell' elettricità (la principal cauſa de' quali è lo sfregamento o movimento in ſenſo contrario), ed anche ſugli effetti del magnetiſmo ec. Ma ſiccome io non pretendo di far quì un trattato

---

tanto ſolare, quanto terreſtre; locchè non laſcerebbe di renderne la differenza anche più grande. -- Un' altra oſſervazione da me fatta, nell' eſaminare la coſtruzione della tavola, nella quale il Sig. de Mairan dà i rapporti del calore delle emanazioni del globo terreſtre a quelli del calor ſolare in tutt' i climi della terra, ſi è, ch' egli non ha creduto, o ha traſcurato di farvi entrare la conſiderazione della profondità del globo maggiore ſotto l' equatore che ſotto i poli; la quale però dovrebbe eſſere contata, ed avrebbe qualche poco cangiato i rapporti, ch' egli dà per ciaſcuna latitudine. -- Finalmente una terza oſſervazione, la quale appartiene alla prima ſi è, ch' egli (*alla pag.* 160.) dice, che avendo fatto coſtruire una macchina, la quale era come un eſtratto de' miei ſpecchj uſtori, ed avendo fatto cadere la luce rifleſſa del Sole ſu dei termometri, aveva ſempre

tato di Fiſica, mi limiterò agli effetti di queſto calore ſugli altri elementi. Baſta eſso ſolo (anzi è più di quel che biſogna) a mantenere la rarefazione dell' aria al grado, che noi la reſpiriamo, ed è più che baſtante a conſervare nell' acqua il ſuo ſtato di fluidità; imperciocchè avendo fatti diſcendere alcuni termometri alla profondità di cento venti brac-

---

pre oſſervato, che ſe uno ſpecchio piano aveva innalzato il liquore, per eſempio, a tre gradi, due ſpecchj (la luce dei quali ſi riuniva) lo facevano aſcendere a ſei gradi, e tre ſpecchj a nove. Ora ſi concepiſce facilmente, che queſto non può eſſer generalmente vero, poichè la grandezza dei gradi del termometro non è fondata che ſulla diviſione in mille parti, e ſul ſuppoſto che mille gradi al diſotto della congelazione formino il freddo aſſoluto; e ſiccome queſto termine è lontano dall' eſſere quello del maggior freddo poſſibile, egli è neceſſario che un accreſcimento di calore doppio, o triplo che s' ottiene dall' unione di due o tre ſpecchj, innalzi il liquore ad altezze differenti da quella dei gradi del termometro, ſecondo che la ſperienza ſarà fatta in tempo più o men caldo. Il tempo, in cui queſte altezze s'accorderanno meglio, o ſaranno men differenti, ſarà quello dei giorni caldi della ſtate; onde eſſen-

braccia (12), e ritirandoli prontamente, si osservò che la temperie dell' acqua era ivi quasi la stessa, che nell'interno della terra ad eguale profondità, cioè, di dieci gradi e due terzi. E siccome l' acqua più calda monta sempre alla superficie, ed il sale impedisce ch' ella agghiacci, non deve recar maraviglia se in generale il mare non agghiaccia, e le acque dolci non gelano che ad una certa altezza, rimanendo sempre liquida l' acqua del fondo, anche nel maggior freddo, ed in tempo che gli strati superiori sono agghiacciati a dieci piedi d' altezza.

Ma la terra è fra tutti gli elementi quello, sul quale questo calore interno ha dovuto produrre, e produce ancora gli effetti i più grandi. Dopo le prove da me date su di ciò (13) non

---

essendo state fatte le sperienze alla fine di Maggio, fu solo per accidente che cogli specchj ustorj si abbia ottenuto il risultato degli accrescimenti di calore proporzionale ai gradi della scala del termometro. Ma io troncherò questa critica, riportandomi a ciò che ho detto vent' anni prima della Memoria del Sig. Mairan sulla costruzione d'un termometro esatto, e sua graduazione per mezzo dei miei specchj ustorj. *Veggansi le Memorie dell' Accademia delle Scienze dell'anno* 1747.

(12) Storia fisica del mare del Sig. Conte Marsigli, *pag.* 16.

(13) non si può dubitare che questo calore non sia stato originariamente più grande di quello, ch'è al presente; onde a questo, come a causa prima, si debbono riferire tutte le sublimazioni, precipitazioni, aggregazioni, separazioni, in una parola, tutt' i movimenti che si son fatti, e si fanno tutto giorno nell' interno del globo, e soprattutto nello strato esteriore fin dove noi abbiam penetrato, la cui materia è stata smossa o dagli agenti della Natura, o dalle mani dell' uomo: non essendo presumibile che ad una, o forse a due leghe di profondità sianvi state delle trasmutazioni di materia, o che vi si facciano ancora cangiamenti reali; poichè essendo stata fusa, e liquefatta dal fuoco tutta la massa del globo, l' interno non è che un vetro, o concreto, o discreto, la cui sostanza semplice non può ricevere dal solo calore alterazione veruna. Non vi ha dunque che lo strato superiore e superficiale, il quale essendo esposto all' azione delle cause esteriori, avrà sofferto tutte quelle modificazioni, che in esso avranno potuto produrre queste cause unite a quella del calore interno per mezzo della loro azione combinata, cioè tutte le modificazioni, tutte le differenze, in breve, le forme tutte delle sostanze minerali. Il

(13) Veggasi in quest' Opera l'articolo della formazione de' Pianeti, e gli articoli delle Epoche della Natura.

Il fuoco che a prima vista non par che sia altro, che un composto di calore e di luce, non sarebbe forse una modificazione della materia da considerarsi a parte, sebbene non differisca essenzialmente dall' uno o dall' altra, ed anche meno da tutte due prese insieme? Il fuoco non esiste giammai senza calore, ma può esistere senza luce: e si vedrà dalle mie sperienze, che il solo calore, spogliato d' ogni apparenza di luce, può produrre i medesimi effetti che il fuoco il più violento. Si vede inoltre che la sola luce produce i medesimi effetti quando è riunita, anzi pare, ch' ella abbia in se stessa una sostanza che non ha bisogno d' alimento; laddove il fuoco non può sussistere se non assorbendo dell' aria, e quanto più ne assorbisce, tanto più diventa violento; mentre la luce concentrata, e ricevuta in un vaso spogliato d' aria, agisce come il fuoco nell' aria, e 'l calore rinserrato, e trattenuto in uno spazio chiuso sussiste, e cresce con picciolissima quantità d' alimento. Pare adunque che la differenza più generale tra il fuoco, il calore, e la luce, consista nella quantità, e forse anche nella qualità de' loro alimenti.

L' aria è il primo alimento del fuoco, e le materie combustibili non sono, che il secondo. Intendo per primo alimento quello ch' è sempre necessario, e senza del quale il fuoco non potrebbe fare alcun uso degli altri. Alcune sperienze note a tutt' i Fisici ci dimostrano, che un piccol punto di fuoco, quale è quello d' una candela di cera col-

locata

locata in un vaso ben chiuso, assorbisce in poco tempo una gran quantità d'aria, e che finalmente si va a spegnere, tostochè o la quantità, o la qualità di quest' alimento le manchi. Altre sperienze non ignote a' Chimici provano, che le materie le più combustibili, come i carboni, quantunque esposte all' azione del più gran fuoco, non si consumano in vasi ben chiusi. L'aria è dunque il primo e vero alimento del fuoco, e le materie combustibili non possono fornirgliene che col soccorso, e la mediazione di questo elemento, le cui proprietà bisogna, che noi consideriamo quì prima di proceder più oltre.

Noi abbiam detto, che ogni fluidità ha per causa il calore, e paragonando insieme alcuni fluidi, noi vediamo che vi bisogna molto più calore per tenere in fusione il ferro che per l'oro, molto più per l' oro che per lo stagno, molto meno per la cera, molto meno per l'acqua, e molto meno ancora per lo spirito di vino, e persino eccessivamente meno pel mercurio, poichè questo non perde la sua fluidità, che al centottantasettesimo grado al disotto di quello, in cui l'acqua perde la sua. Il mercurio sarebbe dunque il più fluido de' corpi, se l' aria non lo fosse ancor più. Ma, cosa mai ci indica questa fluidità maggiore nell' aria, che in ogni altra materia? Sembrami ch' essa supponga il minimo grado possibile d' aderenza tra le parti che la costituiscono, locchè si concepisce,

sup-

ſupponendole di figura tale da non poterſi toccar che in un punto. Ma ſi potrebbe anche ſoſpettare ch'eſſendo queſte parti dotate di sì poca energia apparente, e di mutua attrazione fra di loro, ſiano per queſta ragione men gravi e più leggiere di quelle di tutti gli altri corpi; ma queſto par che venga ſmentito dal paragone del mercurio, il più fluido de' corpi dopo l'aria, le cui parti coſtituenti nondimeno ſembrano eſſere più maſſicce e più peſanti che quelle d'ogni altra materia, eccettuatone l'oro. La maggiore, o minor fluidità non indica dunque che le parti del fluido ſieno più o meno gravi, ma ſolamente che la loro aderenza è tanto minore, la loro unione tanto meno intima, e tanto più facile la loro ſeparazione. Se mille gradi di calore abbiſognano per conſervare la fluidità dell'acqua, non ne abbiſognerà forſe che uno per mantener quella dell'aria.

L'aria è dunque fra tutte le materie conoſciute quella, che vien ſeparata più facilmente dal calore, quella, le cui parti a lui ubbidiſcono colla minor reſiſtenza, e quella ch'eſſo mette più facilmente in moto eſpanſivo, e contrario a quello della forza attrattiva. Quindi l'aria ſi avvicina molto alla natura del fuoco, la cui proprietà principale conſiſte nel moto eſpanſivo; e quantunque l'aria non abbia da ſe ſteſſa la più piccola particella di calore o di fuoco ſufficiente a comunicargliele, noi non dobbiamo maravigliarci, ch'eſſa accreſca cotanto l'at-

l'attività del fuoco, e sia così necessaria alla sua sussistenza: poichè essendo fra tutte le sostanze quella che più facilmente si mette in moto espansivo, sarà altresì quella, cui il fuoco si tirerà dietro, e rapirà a preferenza di ogni altra; e sarà quella ch'egli s'approprierà più intimamente come di una natura la più vicina alla sua; e per conseguenza l'aria dev'essere l'amminicolo più potente del fuoco, l'alimento più convenevole, l'*amico* il più intimo ed il più necessario.

Le materie combustibili, che riguardansi volgarmente come i veri alimenti del fuoco, non gli servono, nè giovano senza il soccorso dell'aria, nè il fuoco il più violento le consuma, anzi non cagiona loro verun' alterazione sensibile; laddove coll'aria una sola scintilla di fuoco le abbrucia, ed a misura che vi concorre aria in maggiore o minor quantità, il fuoco diventa nella medesima proporzione più vivo, più esteso, e più divoratore; di maniera che noi possiamo misurare la celerità o la lentezza, con cui il fuoco consuma le materie combustibili, dalla quantità più o men grande dell'aria, che vi concorre. Queste materie non sono dunque pel fuoco altro, che alimenti secondarj, ch'egli da se non può appropriarsi, e de' quali non può far uso, se non in quanto l'aria frammischiandovisi, le accosta alla natura del fuoco modificandole, o in quanto serve loro di mezzo per riunirle.

Quest'operazione della Natura parmi che

potrassi chiaramente concepire, considerando che il fuoco non risiede ne' corpi in maniera fissa, nè vi fa ordinariamente che un soggiorno istantaneo: ch' essendo sempre in moto espansivo, non può sussistere in questo stato che con materie suscettibili di questo movimento medesimo: che l' aria concorrendovi con tutta facilità, la somma di questo moto divien più grande, e l'azione del fuoco più viva; e che allora le parti più volatili delle materie combustibili, come le molecole aeree, oliose ec. obbedendo senza sforzo a questo moto espansivo, che vien loro comunicato, s' innalzano in vapori: che questi vapori si convertono in fiamma pel soccorso dell' aria esteriore: e finalmente che fintanto ch' esso dimora ne' corpi combustibili, alcune parti capaci di ricevere col soccorso dell' aria questo movimento espansivo, incessantemente si separano per seguir l' aria, e 'l fuoco nel loro cammino, e quindi svaporano con esso loro.

Si trovan alcune materie, come il fosforo artificiale, il piroforo, la polvere da schioppo, le quali sembrano a prima vista far eccezione a quanto abbiam detto, perchè non han bisogno per infiammarsi, e consumarsi affatto dell' ajuto d' un' aria rinnovata, e la loro combustione può ottenersi ne' vasi i più ben chiusi; ma questo succede a motivo che tali materie, le quali debbonsi risguardare come le più combustibili di tutte, contengono nella loro sostanza tutta l' aria necessa-

ria

ria al loro abbruciamento. Il loro fuoco produce in un subito quest' aria, e la consuma all' istante; e siccome in queste materie se ne trova in grandissima quantità, essa basta alla loro intera combustione, alla quale non fa duopo, come in tutte le altre, il soccorso d' un' aria straniera.

Questo par che ci mostri, che la differenza più essenziale tra le materie combustibili, e quelle che non lo sono, si è, che queste non contengono che poco o niente di quelle materie leggiere, aeree, oliose, suscettibili di movimento espansivo: e se ne contengono, esse vi si trovano fisse, e trattenute in maniera che, sebben volatili per se stesse, non posson esercitare la loro volatilità tutte le volte che la forza del fuoco non basta a superare la forza d'adesione, che unite le tiene alle parti fisse della materia. Si può anche dire, che quest' induzione, che immediatamente si cava da' miei principj, vien confermata da un gran numero d' osservazioni ben note a' Chimici, ed a' Fisici; ma ciò che sembra men noto, e che tuttavia n' è una conseguenza necessaria, si è, che tutta la materia potrà diventar volatile, qualora l' uomo potrà accrescere la forza espansiva del fuoco, tanto che basti a renderla superiore alla forza attrattiva, che tiene unite le parti della materia, che noi chiamiamo fisse. Imperciocchè da una parte bisogna che noi abbiamo un fuoco forte al par di quello, che potremmo ottenere per mezzo de' spec-

chj meglio concepiti di quei, de' quali ci ſiamo ſerviti fino al dì d' oggi, e dall' altra noi ſiamo ſicuri, che la fiſſezza non è che una quantità relativa, e che neſſuna materia è d' una fiſſezza aſſoluta o invincibile, poichè il calore dilata i corpi più fiſſi. Ora queſta dilatazione non è ella un indizio d' un principio di ſeparazione, che col grado di calore s' accreſce fino alla fuſione, ed accreſcerebbeſi anche fino alla volatilizzazione con un calore anche più grande?

La combuſtione ſuppone qualche coſa di più che la volatilizzazione, baſtando per queſta che le parti della materia ſieno ſufficientemente diviſe, e ſeparate fra di loro, per poter eſſere attratte da quelle del calore; laddove per la combuſtione abbiſogna altresì ch' eſſe ſieno di natura analoga a quelle del fuoco; ſenza di che il mercurio, ch' è il più fluido dopo l' aria, ſarebbe anche il più combuſtibile, quando l' eſperienza ci dimoſtra all' oppoſto, che quantunque volatiliſſimo, è però incombuſtibile. Qual' è dunque l'analogia, o piuttoſto il rapporto di natura, che poſſono avere le materie combuſtili col fuoco? La materia in generale è compoſta di quattro ſoſtanze principali, chiamate *Elementi*, cioè la terra, l' acqua, l' aria, e'l fuoco: le quali entrano tutte quattro in maggiore o minor quantità nella compoſizione delle materie particolari; ma quelle, nelle quali la terra e l' acqua dominano, ſaranno fiſſe, nè potranno divenir volatili, che coll' azion del

ca-

calore; laddove quelle, che contengono molta aria e fuoco, saranno le sole veramente combustibili. La gran difficoltà, che quì nasce, si è di concepir chiaramente, come l' aria e 'l fuoco, amendue così volatili, possano fissarsi, e divenir parti costituenti di tutt' i corpi; imperocchè noi proveremo, che sebbene vi sia una gran quantità d' aria, e di fuoco fissi nelle materie combustibili, e che essi vi sieno combinati in maniera diversa da tutte le altre materie, tutte però contengono una quantità considerevole di questi due elementi; e che le materie le più fisse, e le meno combustibili, sono quelle che trattengono colla maggior forza questi elementi fuggitivi. Il famoso flogisto de' Chimici (ente piuttosto del loro metodo, che della natura) non è un principio semplice ed identico, come eglino ce lo presentano, ma è un composto, un prodotto dell' unione, un risultato della combinazione di due elementi, dell' aria e del fuoco, fissati ne' corpi. Senza fermarci dunque sulle idee oscure ed incomplete, che potrebbe farci nascere la considerazione di quest' ente precario, atteniamoci a quella de' nostri quattro elementi reali, ai quali i Chimici con tutt' i loro nuovi principj saran sempre obbligati di ritornare coll'andar del tempo.

Noi vediamo chiaramente che il fuoco assorbendo l' aria, ne distrugge l'elasticità. Due sono i soli mezzi di distruggere una molla: il primo comprimendola abbastanza per rom-

perla: il secondo ſtendendola a ſegno da rimaner ſenza effetto. Nella prima maniera il fuoco non può diſtruggere l'elaſticità dell'aria, poichè il menomo grado di calore la rarefà: queſta rarefazione è ad eſſo proporzionata, inſegnandoci l'eſperienza che a un fortiſſimo calore la rarefazione dell'aria è così grande, che può occupare uno ſpazio tredici volte più eſteſo di quello del ſuo volume ordinario, nel quale ſtato la ſua elaſticità è altrettanto più debole; ed in queſto caſo può ella diventar fiſſa, ed unirſi ſenza reſiſtenza ſotto queſta nuova forma agli altri corpi. Quindi ben s'intende che l'aria traſſormata, e fiſsata, non è la ſteſſa, che quella che perloppiù trovaſi diſperſa, e diſſeminata nella maggior parte delle materie, e che ne' loro pori conſerva tuttavia la vera ſua Natura; poichè queſta non è loro unita, ma ſoltanto meſcolata, e non ha con eſſe che una deboliſſima adeſione, laddove l'altra è loro così ſtrettamente avvincolata, e tanto intimamente incorporata, che ſovente non ſi può ſepararnela.

Noi vediamo inoltre che la luce nel cadere sui corpi non ſi riflette interamente; ma che ve ne reſta una gran quantità nella picciola ſolidità della ſuperficie, ſu cui batte; e che per conſeguenza eſſa vi perde il ſuo moto, vi ſi ſpegne, e ſi fiſſa, diventando allora parte coſtituente di tutto ciò ch'eſſa penetra. Aggiungete a queſt'aria, ed a queſta luce trasformate e fiſſe ne' corpi, e che poſſono eſſere in quantità varia, aggiungete, dico,

dico, la quantità costante di fuoco, che tutte le materie di qualunque specie egualmente possedono: questa quantità costante di fuoco o di calore attuale del globo della terra, la cui somma è maggiore di quella del calore che ci viene dal Sole, parmi che sia non solo uno dei gran mezzi del meccanismo della Natura, ma nel tempo stesso un' elemento, da cui tutta la materia del globo è penetrata. Questo è il fuoco elementare, il quale, sebbene sempre in moto espansivo, deve per la sua lunga dimora nella materia, e per l' urto contro le sue parti fisse, unirsi, incorporarsi con esse, e spegnersi a poco a poco come la luce (14).

Se noi consideriamo più particolarmente la Natura delle materie combustibili, vedremo

---

(14) Questo stesso potrebbe provarsi con una sperienza, la quale meriterebbe d' essere spinta più in là. Ho raccolto su d' uno specchio ustorio per riflessione un ben gagliardo calore senza luce alcuna per mezzo d'una piastra di latta collocata tra 'l braciere, e lo specchio; una parte del calore fu riflettuta al fuoco dello specchio, mentre tutto il rimanente del calore lo penetrò. Non ho potuto però assicurarmi, se l' accrescimento del calore nella sostanza dello specchio, fosse così grande, come se non fosse stato riflesso.

che tutte originariamente provvengono da vegetabili e da animali, da enti, in una parola, collocati alla ſuperficie del globo, riſchiarati, riſcaldati, e ravvivati dal Sole. Le legna, i carboni, i bitumi, le reſine, gli olj, i graſſi, i ſevi, che ſono le vere materie combuſtibili (poichè tutte le altre non lo ſono che in quanto ne contengono di queſte) non provengono eſse tutte dai corpi organizzati, o dai loro ſminuzzamenti? Le legna, ed anche il carbone ordinario, i graſſi, gli olj ſpremuti, la cera, e 'l ſevo non ſono che ſoſtanze cavate immediatamente dai vegetabili, e dagli animali; e i carboni foſſili, i ſuccini, i bitumi liquidi, o concreti non ſono che prodotti del loro miſcuglio e della loro diſſoluzione, i cui ulteriori ſminuzzamenti formano i ſolfi, e le parti combuſtibili del ferro, del zinco, delle piriti, e di tutt'i minerali infiammabili. Io preveggo, che queſt'ultima aſſertiva non ſarà ammeſſa, anzi potrà forſe rigettarſi ſoprattutto da quei che non hanno ſtudiata la Natura che per la ſola via della Chimica; ma io li prego conſiderare, che il loro metodo non è quello della Natura, e che non potrà diventarlo, o accoſtargliſi ſe non in quanto s' accorderà colla ſana Fiſica, e ſe ne bandiranno non ſolamente l'eſpreſſioni oſcure, e artificiali, ma principalmente i principj precarj, gli enti immaginarj, ai quali, ſenza conoſcerli, ſi attribuiſce il principal uficio. Il ſolfo *in Chimica* non è che il compoſto dell'acido vitriolico,

lico,

lico, e del flogisto; con qual ragione dunque si può asserire ch' esso possa, come tutte le altre materie combustibili, trarre la sua origine dallo sminuzzamento de' vegetabili, o degli animali? A ciò rispondo (ammettendo eziandio questa definizione Chimica) che l' acido vitriolico, e generalmente tutti gli acidi, e tutti gli alcali appartengono all' arte, anzichè alla Natura. La Natura formando i sali, ed il solfo, impiega nella loro composizione, come in quella d'ogni altra sostanza, i quattro elementi; poichè molta terra, ed acqua, un poco d' aria, e di fuoco entrano in diversa quantità in ciascuna sostanza salina; e meno di terra, e d'acqua, molto più d' aria e di fuoco, par che entri nella composizione del solfo. I sali, e i solfi devono dunque essere risguardati, come enti della Natura, dai quali, col soccorso dell'arte Chimica, e per mezzo del fuoco, estragonsi i differenti acidi, che contengono; e poichè noi ci siamo serviti del fuoco, e per conseguenza dell' aria e delle materie combustibili, per estrarre questi acidi, possiamo noi dubitare ch' essi non abbiano ritenuto, o che non contengano realmente certe parti di materia combustibile, che vi saranno entrate durante l' estrazione?

Il flogisto è molto meno ancora dell' acido, un ente naturale, e se esso non si riguardasse come un composto d' aria, e di fuoco divenuto fisso, ed inerente agli altri corpi, non sarebbe che un' ente di ragione. Il

 sol-

solso può in fatti contenere molto di questo flogisto, molto ancora d'acido vitriolico, ma egli ha, siccome ogni altra materia, la sua terra, e la sua acqua. Di più la sua origine indica che vi bisogna un gran consumo di materie combustibili per la sua produzione; poichè esso si ritrova nei Volcani, e sembra che la Natura non lo produca se non con isforzo, e per mezzo del più gran fuoco. Tutto dunque concorre a provare ch' esso è della Natura medesima delle altre materie combustibili; e che per conseguenza trae, al par di loro, la sua prima origine dallo sminuzzamento degli enti organizzati.

Ma andando più innanzi: gli acidi stessi derivano in gran parte dalla soluzione delle sostanze animali, o vegetabili, le quali per conseguenza contengono i principj della combustione. Prendiamo per esempio il salnitro: non deve esso la sua origine a queste materie? Non viene egli formato e dalla putrefazione de' vegetabili, e dalle urine, e dagli escrementi di animali? Parmi che l'esperienza lo dimostri, non ricercandosi, nè ritrovandosi salnitro se non nelle abitazioni, ove l'uomo e gli animali abbiano lungo tempo dimorato; ed essendo immediatamente formato dallo sminuzzamento di sostanze animali e vegetabili, non dovrà egli contenere una prodigiosa quantità d'aria, e di fuoco fissi? e di fatti ei ne contiene assai, ed assai più ancora del solfo, del carbone, dell' olio, ec. Tutte queste materie combustibili hanno biso-

bisogno, come abbiam detto, del soccorso dell' aria per bruciare; e si consumano tanto più presto in quanta maggior quantità ne ricevono; all' opposto il salnitro non ne ha bisogno, mischiato che sia con alcuna di queste materie combustibili, e sembra che racchiuda in se stesso tutta l' aria necessaria alla sua combustione. Facendolo purgar lentamente nel crogiuolo si vede soffiare sopra il suo fuoco, come farebbe un soffietto; e chiudendolo più strettamente, invece di spegnersi, il suo fuoco prende forza maggiore, e produce le terribili esplosioni, sulle quali sono fondate le nostre arti micidiali. Questa combustione così pronta è al tempo stesso così perfetta, che niente vi rimane dopo l'infiammazione, quando tutte le altre materie infiammate lasciano delle ceneri, o altri residui, che dimostrano che la loro combustione non è intera, o ciò, ch' è lo stesso, ch'elle contengono un numero assai grande di parti fisse, che non possono essere abbruciate, nè rese volatili. Si può dimostrar ancora, che l' acido vitriolico contiene altresì molt' aria, e fuoco fissi, sebbene in minor quantità che l' acido nitroso; e pure egli trae come questo, la sua origine dalla sorgente medesima; e 'l solfo (nella composizione del quale quest' acido entra in tanta copia) trae dagli animali, e dai vegetabili tutt' i principj della sua combustibilità.

Il fosforo artificiale, ch' è il primo nell' ordine delle materie combustibili, e'l cui a-

cido è diverso dall'acido nitroso, e dal vitriolico, non si cava anch'esso che dal regno animale, o anche in parte dal regno vegetabile elaborato negli animali, cioè dalle due sorgenti di tutte le materie combustibili. Il fosforo s'infiamma da se, cioè senza comunicazione di materia ignea, senza sfregamento, e senz'altra aggiunta, che quella del contatto dell'aria; ed è questa un'altra prova della necessità di cotesto elemento anche per la combustione di una materia, che non sembra composta che di fuoco. Dimostreremo in appresso, che l'aria è contenuta nell'acqua sotto una forma media tra lo stato d'elasticità, e quello di fissezza; e il fuoco pare essere nel fosforo a un di presso in questo medesimo stato medio; imperciocchè nella stessa maniera che l'aria si sviluppa dall'acqua, quando si diminuisce la pressione dell'atmosfera, il fuoco si briga dal fosforo, quando si fa cessare la pressione dell'acqua, in cui dev'esser tenuto sommerso, per poter conservarlo, ed impedire che il fuoco non n'esalti. Il fosforo par che contenga quell' elemento sotto una forma oscura, e condensata, e par ch'esso sia riguardo al fuoco oscuro, ciò ch'è lo specchio ustorio riguardo al fuoco luminoso, cioè un mezzo di condensazione.

Ma senza trattenerci più a lungo su queste considerazioni generali, alle quali si potrà ritornare quando sia necessario, seguitiamo in una maniera più diretta, e più parti-

ticolare l'esame del fuoco, procurando di scoprirne gli effetti, e di presentarli sotto un punto di vista più fermo, che non s'è fatto finora.

L'azione del fuoco sulle differenti sostanze dipende molto dal modo, con cui s'applica; e 'l prodotto della sua azione sopra d'una sostanza medesima, apparirà vario secondo la maniera, con cui vien trattato. Io ho creduto adunque, che dovrebbesi considerare il fuoco in tre stati differenti; il primo riguardo alla sua velocità, il secondo riguardo al volume, e 'l terzo riguardo alla massa; sotto ciascuno de' quali punti di vista quest' elemento tanto semplice in apparenza, e così uniforme, comparirà, per così dire, un elemento diverso. S'accresce la velocità del fuoco, senza che se ne accresca il volume apparente, ogni volta che in un dato spazio, riempito di materie combustibili, si affretta l'azione e lo sviluppamento del fuoco, accrescendo la velocità dell'aria per mezzo di mantici, di trombe, di ventilatori, di canne d'aspirazione ec., le quali cose tutte accelerano più o meno la rapidità dell'aria diretta dal fuoco; sotto alla qual classe vengono, come ognun vede, tutti gli stromenti, tutt' i forni a vento, dai gran fornelli di fucina fino alla lampada degli smaltatori.

S'accresce l'azione del fuoco riguardo al volume ogni volta, che s'accumuli una gran quantità di materie combustibili, e che se ne faccia passare il calore e la fiamma in forni

di

di riverbero: locchè comprende, come si sa, i fornelli delle nostre manifatture, degli specchj, del cristallo, del vetro, della porcellana, delle stoviglie, e quegli ancora, nei quali si fondono tutt' i metalli, e i minerali, eccettuatone il ferro. L'azione del fuoco si deve stimare dal suo volume, e non ha altra velocità che la sua propria, non accrescendosi la rapidità per mezzo di mantici o altri stromenti, che portino l' aria sul fuoco. Egli è vero, che la forma delle aperture principali, per le quali questi ricevono l' aria, contribuisce ad attraerla più potentemente, che non seguirebbe in uno spazio libero; ma quest' aumento di velocità è ben poco considerevole in paragone della rapidità grande, che le viene da' mantici; poichè con quest' ultima maniera si accelera l' azion del fuoco, aguzzandolo per mezzo dell' aria quanto è possibile; e coll' altra si accresce, concentrandone la fiamma in un gran volume.

Vi ha adunque molti mezzi d' accrescere l' azione del fuoco, tanto se si voglia farlo agire per la sua velocità, quanto pel suo volume; ma un solo ve n' ha, col quale si possa accrescerne la massa, cioè col riunirlo al foco d' uno specchio ustorio. Quando sù d' uno specchio refringente, o riflettente si ricevono i raggi del Sole, o quelli ancora di un fuoco ben acceso, si riuniscon essi in uno spazio altrettanto più piccolo quanto più grande è lo specchio, e 'l foco più

cor-

corto. Per esempio, con uno specchio di quattro piedi di diametro, e d'un pollice di foco, egli è chiaro che la quantità di luce o di fuoco, che cade sullo specchio di quattro piedi, trovandosi riunita nello spazio di un pollice, sarà due mila trecento e quattro volte più densa, che non lo sarebbe, se tutta la massa incidente arrivasse senza perdersene niente a questo foco. Noi vedremo in appresso quanto effettivamente se ne perda, bastandoci di quì riflettere, che quand' anche questa perdita fosse di due terzi, o di tre quarti, la massa del fuoco riconcentrata al foco di questo specchio, sarà sempre sei o settecento volte più densa di quello, che non sarebbe alla superficie dello specchio. La massa s'accresce quì come in tutti gli altri casi per la contrazion del volume: e 'l fuoco, la cui densità in questa maniera s' accresce, ha tutte le proprietà d'una massa di materia; imperocchè indipendentemente dall' azione del calore, col quale egli penetra i corpi, esso li spinge, e li smove, come farebbe un corpo solido, che si muove urtando in un' altro. Si potrà con questo mezzo accrescer la densità o la massa del fuoco tanto più, quanto più si perfezionerà la costruzione degli specchj ustorj.

Ciascuna però di queste tre maniere di somministrare il fuoco, e di accrescerne o la velocità, o il volume, o la massa, produce sulle medesime sostanze effetti spesse volte diversi; poichè con uno di questi mezzi si cal-

calcina ciò, che si fonde coll'altro, e si volatilizza coll'ultimo ciò, che sembra refrattario al primo; di maniera che si hanno dalla stessa materia risultati così poco simili, che non se ne può far conto, purchè non si lavori nel medesimo tempo, o successivamente con questi tre mezzi, o procedure, che noi abbiamo indicate. E quantunque questa sia una strada più lunga, è la sola però che ci possa condurre alla cognizione esatta di tutt' i rapporti che le diverse sostanze possono avere coll'elemento del fuoco. E nella stessa maniera, che divido in tre i metodi generali di trattar quest' elemento, divido similmente in tre classi tutte le materie, che si posson sottomettere alla sua azione. Io metto da parte per ora quelle, che sono puramente combustibili, e che derivano immediatamente dagli animali, e dai vegetabili, e divido tutte le materie minerali in tre classi per rapporto all'azione del fuoco. La prima è quella delle materie, le quali da quest'azione a lungo continuata vengono rese più leggieri, come il ferro; la seconda quella delle materie, che quest' azione medesima del fuoco rende più pesanti, come il piombo; e la terza classe, quella delle materie, sulle quali, come sull' oro, quest' azione del fuoco non par che produca alcun effetto sensibile, poichè non ne altera il peso. In queste tre classi saranno necessariamente comprese tutte le materie esistenti, possibili, tutte cioè le sostanze semplici, e composte. Queste sperienze, coi me-

metodi ſudetti, co' quali non è difficile di eſeguirle, perchè non eſigono che eſattezza, e tempo, potranno diſcoprirci molte coſe utili, e ci ſaranno neceſſariſſime per fondare ſopra principj reali la teoria della Chimica; di quella bella ſcienza, che fino a' noſtri giorni non ſi è ſoſtenuta, che ſopra una nomenclatura precaria, e ſopra parole tanto più vaghe, quanto più generali. Eſſendo il fuoco, per così dire, il ſolo ſtromento di queſt'arte, e non eſſendone a noi la natura più conoſciuta di quel che lo ſono i ſuoi rapporti cogli altri corpi, non ſi ſa nè coſa vi accreſca, nè coſa ne tolga. Si lavora quindi alla cieca, e però non ſi può giungere che a riſultati oſcuri, i quali ancora ſi rendono più oſcuri, volendoli ſtabilire per principj. Il flogiſtico, il mineralizzatore, l' acido, l' alkali, ec. non ſono che termini creati dal metodo, le cui definizioni vengono bensì addottate per convenzione, ma non corriſpondono ad alcuna idea chiara e preciſa, nè ad alcun ente reale. Finattantocchè noi non conoſceremo meglio la natura del fuoco, e finchè ignoreremo quanto eſſo ne tolga, o dia alle materie, che all' azione di lui s' aſſoggettano, non ſarà poſſibile di decidere ſulla natura di queſte medeſime materie, anche col ſoccorſo delle operazioni della Chimica; poichè qualunque materia, alla quale il fuoco tolga, o dia qualche coſa, non è più la ſoſtanza ſemplice, che vorreſſimo conoſcere, ma una materia compoſta, e miſchiata, o adulterata, e can-

cangiata per l'addizione, o la sottrazione d' altre materie, che il fuoco ne avrà tolte, o v'avrà fatto entrare.

Prendiamo per esempio di questa addizione, e di questa sottrazione il piombo, e 'l marmo, al primo de' quali s'accresce il peso quasi d'un quarto colla semplice calcinazione, e si diminuisce quello del secondo quasi della metà. Il fuoco adunque aggiunge al primo un quarto di materia ignota, e ne toglie al secondo una metà di materia egualmente ignota. Tutt' i raziocinj della Chimica non ci hanno fino a quest'ora dimostrato cosa sia questa materia aggiunta, o tolta dal fuoco; ed è chiaro, che lavorando sul piombo, o sul marmo dopo la loro calcinazione, più non si travagliano materie semplici, ma materie adulterate, e composte dall'azione del fuoco. Non sarà dunque necessario prima di tutto di tener dietro alle viste già indicate, e di distinguere primamente tutte le materie, che il fuoco non cangia, nè altera: poi quelle che il fuoco distrugge, o diminuisce: ed infine quelle, ch' egli incorporandosi con loro, accresce e compone?

Ma esaminiamo più da vicino la natura del fuoco considerato in se stesso. Essendo questo una sostanza materiale, deve esser soggetto alla legge generale, a cui la materia è sottomessa. Esso è il men grave tra tutt'i corpi, ciò non ostante è grave; e quantunque ciò che abbiam detto precedentemente,

ba-

basti a provarlo tale ad evidenza, noi lo dimostreremo ancora con isperienze palpabili, che tutto il Mondo sarà in istato di ripetere facilmente. Si potrebbe dapprincipio sospettare, dalla gravità reciproca degli astri, che il fuoco in massa grande sia grave come ogni altra materia: perciocchè gli astri che sono luminosi, come il Sole, la cui sostanza par che sia di fuoco, non esercitano la loro forza d' attrazione meno di quelli, che non sono luminosi; ma noi dimostreremo, che il fuoco anche in picciolissimo volume è realmente grave: che ubbidisce come ogni altra materia, alla legge generale della gravità: e che per conseguenza deve avere, com' essa, i suoi rapporti d' affinità cogli altri corpi, ed averne più o meno colla tale, o tal' altra sostanza, e non averne che poco o niente con molte altre. Tutte quelle sostanze, che esso renderà più pesanti, come il piombo, saranno quelle, con le quali egli avrà maggior affinità, e supponendolo applicato nel medesimo grado, e per un tempo eguale, quelle, che fra queste guadagneranno più in peso, saranno anche quelle, colle quali sarà maggiore questa affinità. Uno degli effetti di quest' affinità in ciascuna materia, è di conservare la sostanza stessa del fuoco, e d' incorporarsela; e questa unione suppone non solo che il fuoco perde il suo calore, la sua elasticità, ma il suo moto ancora; poichè si fissa in questi corpi, e ne diventa parte costituente. Si crede adunque con ragione,

ne, che accade al fuoco lo ſteſſo che all'aria, la quale ſi trova ſotto forma fiſſa, e concreta preſſocchè in tutt' i corpi; anzi è da ſperare, che coll'eſempio del Dott. Hales (15), che ha ſaputo ſprigionare queſt'aria fiſſa da tutt' corpi, e calcolarne la quantità, venga un giorno qualche abile Fiſico, che trovi il mezzo di eſtrarre il fuoco da ogni materia, in cui vi dimora fiſſo: ma prima biſogna far la tavola di queſte materie, ſtabilendone coll' eſperienza i varj rapporti, coi quali il fuoco ſi uniſce con tutte le ſoſtanze, che gli ſono analoghe, e ſi fiſſa in maggiore, o minor quantità, ſecondo che queſte ſoſtanze hanno maggiore o minor forza per conſervarlo.

Imperciocchè egli è chiaro, che tutte le materie, il peſo delle quali vien accreſciuto dall'azione del fuoco, ſono dotate di una forza attrattiva, di ſorte che il ſuo effetto è ſuperiore a quello della forza eſpanſiva, che anima le particelle del fuoco: poichè queſto s'ammortiſce e ſi ſpegne, e 'l ſuo moto ceſſa,

(15) Il fosforo che non è, dirò così, ſe non una materia ignea, una ſoſtanza che conſerva, e condenſa il fuoco, ſarebbe il primo oggetto delle ſperienze, che far dovrebbonſi per maneggiare il fuoco, come il Sig. Hales ha maneggiato l'aria, ed il primo ſtromento da metterſi in opera per queſt' arte novella.

ſa, e le particelle ignee da elaſtiche, e fuggitive che erano, diventano fiſſe e ſode, ed acquiſtano una forma concreta. Quindi le materie che dal fuoco acquiſtano maggior peſo, come lo ſtagno, il piombo, i fiori di zinco ec., ed ogni altra materia, che ſi potrà diſcoprire, ſono ſoſtanze che per mezzo dell' affinità loro col fuoco, l' attraggono, e con eſſo s' incorporano. Al contrario, tutte le materie che diventano più leggiere a miſura che ſi calcinano, come il ferro, il rame ec. ſono ſoſtanze, la forza attraente delle quali, relativamente alle particelle ignee, è minore della forza eſpanſiva del fuoco, ond' è, ch' eſſo invece di fiſſarſi in queſte materie, ne rapiſce piuttoſto, e ne ſcaccia quelle parti, che come meno legate non poſſono reſiſtere al ſuo impulſo. Queſte infine, come l' oro, l' oro bianco, l' argento, la creta arenoſa, ec., che non perdono, nè guadagnano dall' applicazione del fuoco, il quale per così dire, le attraverſa ſoltanto ſenza niente toglierne, o laſciarvi, ſono ſoſtanze, che non avendo col fuoco affinità alcuna, e non potendo unirviſi, non poſſono per conſeguenza nè conſervarlo, nè accompagnarlo laſciandoſi rapire. Egli è chiaro, che le materie delle prime due claſſi hanno col fuoco un certo grado d' affinità, poichè quelle della ſeconda claſſe ſi caricano del fuoco che trattengono, e 'l fuoco ſi carica di quelle della prima, e le traſporta; laddove le materie della terza claſſe, alle quali non ne dà, nè

nè ne toglie, non hanno con esso rapporto alcuno d'affinità, o d'attrazione, e sono (per dir così) indifferenti alla sua azione, che non può nè scomporle, nè alterarle.

Questa divisione di tutte le materie in tre classi per rapporto all'azione del fuoco, non esclude la divisione più particolare, e meno assoluta di tutte le materie in due altre classi, che sono state finora riguardate, come relative alla loro propria Natura, la quale si vuol che sia sempre o vetriscibile, o calcaria. La nostra nuova divisione non è, che un punto di vista più elevato, sotto il quale bisogna considerar le materie per procurare di dedurre la cognizione dell'agente, che l'impiega per li differenti rapporti, che il fuoco può avere colle sostanze, alle quali si applica. Per trascuraggine di non paragonare, o combinare questi rapporti, e i mezzi che s'impiegan per applicare il fuoco, io veggo che si cade tutto giorno in contraddizioni apparenti, ed anche in errori pregiudizievolissimi (16).

Po-

---

(16) Io ne recherò una prova molto fresca. Due bravi Chimici (i Signori Pott, e d'Arcet) hanno sottoposto all'azione del fuoco un gran numero di sostanze. Il primo di essi si è servito d'un fornello, ch'io mi sono maravigliato che non sia stato inteso dal se-

Potrebbesi dunque dire coi Naturali, che tutto è vetriscibile nella Natura ad eccezione soltanto di ciò, ch'è calcareo; che i quarzi,

---

secondo, poichè niente mi parve più chiaro in tutta l'opera del Sig. Pott, e perchè basta dar un'occhiata alla figura di questo fornello, per comprendere che per la sua costruzione, può il medesimo anche senza mantici produrre a un di presso un'effetto uguale, se gli avesse; imperciocchè per mezzo dei lunghi tubi che sono adattati al basso, ed all'alto del fornello, l'aria vi perviene, e circola con una rapidità tanto maggiore, quanto meglio proporzionati sono i tubi, che servono di mantici costanti, l'effetto dei quali può accrescersi a piacere. Questa costruzione è così buona, e semplice, che non intendo come il Sig. d'Arcet dica, *che questo fornello è per lui un problema . . . . , ch' egli è persuaso, che il Sig. Pott abbia dovuto servirsi di mantici, ec.*; mentre è troppo chiaro che il suo fornello equivale per la costruzione all'azione de' mantici, e per conseguenza ne poteva far di meno; inoltre questo fornello è ancora senza il difetto, che il Sig. d'Arcet attribuisce ai mantici, dei quali dic'egli con ragione, che *la loro azione alterna, continuamente* (per così dire) *rinascente, e moribonda, disturba, e rende ineguale l'azio-*

zi, i cristalli, le pietre preziose, le selci, l
crete arenose, i graniti, i porfidi, le agate
le ardesie, i gessi, le argille, le pomici, l
la

---

l'*azione del fuoco*, ciò che non può succede
re quì, poichè scorgesi evidentemente, che
motivo della costruzione del fornello il rin
novamento dell' aria è costante, e la sua a
zione non rinasce, nè muore, ma è sempr
continua ed uniforme. In questa maniera
Sig. Pott s'è servito d' uno dei mezzi ch
noi dobbiamo adoprare per applicare il fuo
co, cioè un mezzo col quale, siccome co
mantici s'accresce la velocità del fuoco, in
calzando senza interruzione con un'aria sem
pre rinnovata; e tutte le fusioni, ch'egli h
fatto con questo mezzo, alcune delle qual
furono da me ripetute, come quelle dell
creta renosa, del quarzo, ec. sono verissime
quantunque il Sig. d' Arcet abbia voluto ne
garle; imperocchè per qual motivo le nega
se non perchè egli invece di mettere in uso
come ha fatto il Sig. Pott, il primo dei no
stri metodi generali, cioè il fuoco accelera
to per quanto è possibile dal rapido movi
mento dell' aria, mezzo per cui egli avreb
be ottenuti i medesimi risultati, si è servit
del secondo metodo, non adoprando che i
fuoco in gran volume con un fornello senz
mantici, e senza equivalente, in cui per con
se

lave, gli amianti, con tutt'i metalli, ed altri minerali, sono tutti vetrificabili col fuoco de' nostri fornelli, o con quello degli spec-

---

seguenza il fuoco non può produrre gli stessi effetti, ma ne deve dare altri, che per la stessa ragione il primo metodo non avrebbe potuto produrre. Ond'è che le contraddizioni tra i risultati di questi due valenti Chimici non sono che apparenti, e fondate su due errori evidenti: il primo consiste nel credere che il fuoco più violento sia quello che è in maggior volume; il secondo, che debbansi ottenere dal fuoco violento gli stessi risultati, in qualunque maniera esso si appachi. Queste due idee però sono così false, che la considerazione delle verità contrarie è una delle prime pietre da porsi per base della Chimica; poichè non sarebbe egli prima di tutto necessarissimo, per ischivare in avvenire simili contraddizioni, che i Chimici non perdessero di mira, che vi sono tre mezzi generali, d'applicare il fuoco violento, e l'uno tanto diverso dall'altro? Il primo, siccome ho detto, per cui non s'impiega che un piccolo volume di fuoco, ma agitato, assottigliato, innalzato al più alto grado per mezzo della velocità dell'aria, o con mantici, o con un fornello simile a quello del Sig. Pott, che tira l'aria con rapidità:

chj ustorj: quando al contrario i marmi, gli alabastri, le pietre, le crete, le marghe, e le altre sostanze che derivano dallo sminuzza-

tà: così l'effetto della lampada dello smaltatore ci dimostra, che con una quantità di fuoco quasi infinitamente piccola si ottengono in piccolo effetti tanto grandi, che non otterrebbonsi in grande dai forni di vetraia. Il secondo mezzo si è d'applicare il fuoco non già in piccola, ma in grandissima quantità, siccome nei forni di porcellana e di vetraia, nei quali il fuoco non è gagliardo, se non per rispetto al suo volume, e la sua azione è tranquilla, e non accelerata da un rapidissimo rinnovamento dell'aria. Il terzo mezzo è d'applicare il fuoco in piccolissimo volume, accrescendone la massa, e l'intensità a segno di renderlo più forte, che non si rende col secondo mezzo, e più violento che non si faccia col primo; e questa maniera di concentrare il fuoco, e di accrescerne la massa cogli specchj ustorj, è ancora la più potente di tutte.

Ora ciascuno di questi tre mezzi deve somministrare un certo numero di risultati diversi. Se col primo mezzo si fondono e vetrificano tali, e tali altre sostanze, egli è molto possibile che col secondo mezzo quelle stesse sostanze non si possano vetrificare, e che al

zamento delle conchiglie, e madrepore, non poſſono con queſti mezzi ridurſi a fuſione. Intanto io ſono perſuaſo, che ſi giugnerà a

---

al contrario ſe ne poſſano fondere altre, le quali non hanno potuto eſſer fuſe col primo; e finalmente è poſſibile ancora, che colla terza maniera ſi ottengano molti riſultati ſimili, o differenti da quelli, che ci han ſomminiſtrato i due primi mezzi. Quindi un Chimico, il quale, come il Sig. Pott, non adopra che il primo mezzo, deve ſoltanto contentarſi di dare i riſultati che derivano da queſto mezzo, e fare (come ha fatto egli) il novero delle ſoſtanze che ha fuſe, ſenza pronunziar coſa alcuna ſulla non fuſibilità delle altre, poichè queſte poſſono eſſerlo pel ſecondo, o terzo mezzo; e finalmente non deve dire affermativamente, parlando del ſuo fornello, che *in un' ora di tempo, o due al più eſſo fonde quanto è fuſibile nella Natura*. Per queſta ſteſſa ragione un' altro Chimico, il quale, come il Sig. d' Arcet, non ſi è ſervito che del ſecondo mezzo, cade in errore s' egli ſi crede in contraddizione con quello, che ſi è ſervito del primo: e ciò per non aver egli potuto fondere molte materie che l' altro ha liquefatte, ed all'oppoſto meſſe in fuſione altre ſoſtanze, che non avevano potuto eſſere fuſe dal ſecondo. Imperciocchè ſe

l'uno

tanto d'accrescere ancor più la forza de'fo
nelli, e sopratutto la potenza degli specc
ustorj, e si arriverà eziandio al punto di fo
d

l'uno, o l'altro si fosse immaginato d'impiega
successivamente i due mezzi, sarebbe sgor
brata ogni contraddizione, ed avrebbe capit
che la diversità dei risultati non deriva c
dalla differenza de' mezzi adoprati. Co
dunque risulta di vero da tutto ciò, se no
che, al novero delle materie fuse dal Sign
Pott, bisogna aggiugnere quelle del Sig.
Arcet, e ricordarsi solamente, che le prin
per esser fuse han bisogno del primo, le a
tre del secondo mezzo? Non v'è dunqu
contraddizione veruna tra le sperienze d
Sig. Pott, e quelle del Sig. d'Arcet, che
credo egualmente buone. Dopo questa con
liazione però non avrebbono tutti e due r
gion di conchiudere d'aver fuso con que
due mezzi tutto ciò che può fondersi ne
Natura; poichè si può dimostrare che c
terzo mezzo, cioè cogli specchj ustorj si fo
de, si vetrifica, si volitalizza, ed anche
abbrucia qualunque materia, eziandio di qu
le che loro sembrarono fisse, e refrattarie
fuoco de' loro fornelli. Io non mi ferme
sopra molte altre circostanze, le quali p
altro meriterebbero d'essere considerate; p
chè è sempre util cosa di non lasciar germ
gl

dere queſte materie calcaree, che ſembrano eſſere d'una materia differente dalle altre; perciocchè vi ſono mille, e mille ragioni da

 cre-

---

gliare idee erronee, o fatti non ben compreſi, dai quali ſi poſſono dedurre falſe conſeguenze. Il Sig. d'Arcet dice d'aver oſſervato coſtantemente, che la fiamma fa maggior effetto che il fuoco del carbone: locchè è vero, ſe queſto non vien ſollecitato dal vento, ma ogni qualvolta il carbone acceſo ſarà vivificato da un'aria rapida, s'ecciterà una fiamma più attiva, la quale produrrà effetti molto maggiori della fiamma tranquilla. Nella ſteſſa maniera, quando dice, che i fornelli hanno il calore in ragione della loro groſſezza, queſto non può eſſere vero ſe non nel caſo, in cui ſuppoſti eguali i fornelli, il fuoco che contengono ſarà nel tempo ſteſſo animato da due correnti d'aria eguali in volume, ed in rapidità. La violenza del fuoco dipende quaſi interamente da queſta rapidità della corrente d'aria che l'anima, come io poſſo dimoſtrare con una ſperienza fatta da me. Ho veduto la creta renoſa, creduta non fuſibile dal Sig. d'Arcet, colare, e coprirſi di ſmalto per mezzo di due buoni mantici, ſenza ſoccorſo però d'alcun fornello a fuoco aperto. L'effetto dei fornelli groſſi non è d'accreſcere il calore, ma di conſervarlo, e di fatti lo conſervano tanto più a lungo, quanto ſono più groſſi.

credere che realmente la loro ſoſtanza ſia la medeſima, e che il vetro ſia la baſe comune di tutte le materie terreſtri.

Dalle ſperienze, che io ſteſſo ho potuto fare per paragonare la forza del fuoco, ſecondochè ſe ne impieghi o la velocità, o il volume, o la maſſa, io ho trovato che il fuoco dei più grandi, e più potenti forni di vetraja è debole, ſe ſi paragoni con quello dei fornelli a mantice, e che il fuoco prodotto nel punto, in cui concorrono i raggi di un buono ſpecchio uſtorio, è più forte ancora di quello dei più gran forni di fucina. Io ho tenuto per ben trentaſei ore nella parte più calda del fornello di Rouelle in Borgogna, ove ſi fabbricano ſpecchj grandi, e belli al par di quei di Saint-Gobin in Picardia, e ne' quali il fuoco è tanto violento, ho tenuto, dico, per trentaſei ore a queſto fuoco una miniera di ferro, ſenzachè ſiaſi fuſa, nè agglutinata, nè in alcun modo alterata; quandocchè queſta miniera nei forni della mia fucina ſi fonde in meno di dodici ore; tanto queſt'ultimo fuoco è ſuperiore all'altro. Parimente ho fuſe, o reſe volatili collo ſpecchio uſtorio molte materie, che non ſi potettero fonder nè col fuoco de' forni di riverbero, nè con quello de' più potenti mantici; per lo che mi ſono convinto che queſt' ultimo mezzo è il più potente di tutti. Ma mi riſervo a riferire nella parte eſperimentale della mia Opera il circonſtanziato racconto di queſte importanti eſperienze, conten-

tan-

tandomi per ora d'indicarne soltanto il risultato generale.

Volgarmente si crede, che la fiamma sia la parte più calda del fuoco; eppure non v' ha cosa più mal fondata di questa opinione, potendosi dimostrare il contrario colle esperienze le più facili, e le più famigliari. Presentate ad un fuoco di paglia, oppure alla fiamma d'una fascina accesa un panno d' asciugarsi, o da riscaldarsi, e vi abbisognerà il doppio, e il triplo di tempo per comunicargli il grado di secchezza o di calore, che gli comunichereste, esponendolo alla bragia senza fiamma, o anche ad una stuffa ben calda. La fiamma è stata ben caratterizzata da Newton, che l'ha definita un fumo che abbrucia (*flamma est fumus candens*), e questo fumo, o vapore che abbrucia, non ha giammai la medesima quantità ed intensità di calore del corpo combustibile, donde parte, e solamente elevandosi, e stendendosi lontano, ha la proprietà di comunicare il fuoco, e di portarlo più lungi di quello che si stenda il calor della bragia, che solo non basterebbe per comunicarlo anche dappresso.

Questa comunicazione di fuoco merita un' attenzione particolare. Io ho veduto dopo avervi ben riflettuto, che per ben intenderla, bisognerebbe ajutarsi non solo co' fatti, che sembranvi aver rapporto, ma ancora con alcune nuove esperienze, il successo delle quali non mi sembra che lasci alcun dubbio sulla maniera, con cui si fa quest' operazione

 del-

della Natura. Si ricevano in una forma due, o tre mila libbre di ferro all'uscir del forno; questo metallo perde in poco di tempo la roventezza, e cessa d'essere rosso dopo un'ora o due, secondo la grossezza più o meno grande della verga; e se nel momento che cessa di apparir rosso, si cava dalla forma, le parti di sotto saranno ancora rosse; ma perderanno in poco tempo questo colore. Ora fintanto che il rosso sussiste potranno infiammarsi, ed accendersi le materie combustibili, che s'applicheranno a questa verga, ma dacchè avranno perduto lo stato di roventezza, una gran quantità delle medesime non può esser infiammata: eppure il calore ch'ella spande, è forse cento volte più grande di quello d'un fuoco di paglia, che nondimeno infiammerebbe tutte quelle materie. Da questo io sono indotto a credere, ch'essendo necessaria alla comunicazione del fuoco la fiamma, vi dovrà esser fiamma in ogni roventezza, come infatti sembra essere indicato dal color rosso. Ma l'abito che abbiam fatto di non risguardar come fiamma, se non quella materia leggiera, che l'aria agita e trasporta, non ci ha lasciato pensare che vi potesse essere fiamma densa a segno di non ubbidire, come la comune, all'impulso dell'aria: e questo è quello che ho voluto verificare con qualche esperienza, approssimando per gradi di linea, e mezza linea, materie combustibili alla superficie del me-

metallo rovente, e nello ſtato che vi vien dopo (17).

Sono dunque convinto, che le materie incombuſtibili, e le più fiſſe, come l'oro, e l'argento, nello ſtato di roventezza vengono circondate da una fiamma denſa, che non ſi ſtende che a piccioliſſima diſtanza, e che per così dire, è attaccata alla loro ſuperficie: e concepiſco facilmente che quando la fiamma divien denſa ad un certo grado, eſſa non ubbidiſce più all'agitazione dell'aria. Quel color bianco o roſſo, che uſcendo da tutt'i corpi roventi, viene a ferire i noſtri occhi, è lo ſvaporamento di quella fiamma denſa, che circonda i corpi, rinnovandoſi inceſſantemente alla ſuperficie. La luce del Sole medeſima, non è ella lo ſvaporamento di queſta fiamma denſa, per cui la ſua ſuperficie brilla tanto, e riſplende? Queſta luce non produce ella, quand'è condenſata, gli ſteſſi effetti della fiamma più viva? Non comunica ella il fuoco con egual forza, e velocità? e non reſiſte ella come la noſtra denſa fiamma all'impulſo dell'aria, e non ſegue eziandio un movimento rettilineo, che il moto dell'aria non può nè contrattare, nè cangiare? In fatti ſoffiando, come io ho provato, con un forte ſoffietto ſu 'l cono luminoſo d'uno ſpecchio uſtorio, non ſi ſcema affatto l'azio-

D 5 ne

(17) Veggaſi il racconto di queſte ſperienze nella parte ſperimentale di queſt'Opera.

ne della luce, di cui è composto, e che devesi riguardare come una vera fiamma, più pura, e più densa di tutte le fiamme delle nostre materie combustibili

Si communica adunque il fuoco per mezzo della luce, e'l solo calore non può produrre il medesimo effetto, se non diventando forte a segno di divenir luminoso. I metalli, le selci, le crete arenose, le argille, le pietre calcaree, qualunque grado di calore possano avere, non potranno infiammare due corpi, se non dopo essere divenute luminose. L'acqua stessa, quell'elemento distruttore del fuoco, per la quale sola noi possiamo impedirne la comunicazione, la comunica ciò non ostante, quando in un vaso ben chiuso, come la *Pignatta di Papino* (18), vi si fa penetrare una quantità di fuoco grande abbastanza per renderla luminosa, ed abile a fondere il piombo, e lo stagno: laddove mentre ella non è che bollente, invece di propagare, e comunicare il fuoco, lo spegne in un subito. Egli è vero, che il solo calore basta a preparare, e disporre i corpi combusti-

(18) Nel *Digestore* di Papino, il calore dell'acqua arriva al segno di liquefare il piombo, e lo stagno che vi si sospende con un filo di ferro, o di ottone. *Musschenbroek*, *Essais de Physique*, *pag*.434.citato dal Sig. de Mairan, *Dissertazione sul ghiaccio*, *pag*.192.

ſtibili all' infiammazione, e gli altri alla roventezza, diſcacciando da eſſi tutte le particelle umide, cioè l' acqua, che fra tutte le materie s' oppone con maggior forza all'azione del fuoco: e ciò, ch' è più da notarſi è che queſto medeſimo calore, che dilata tutt' i corpi, non laſcia d' indurirli diſſeccandoli, come io ho ſperimentato cento volte eſaminando le pietre de' miei fornelli grandi, e maſſimamente le pietre calcaree, le quali acquiſtano un aumento di durezza proporzionale al tempo, in cui han provato il calore. Quelle, per eſempio, delle pareti eſteriori del forno, che hanno ricevuto ſenza interrompimento per cinque o ſei meſi in fila ottanta, o ottantacinque gradi di calor coſtante, indurano tanto, che difficilmente ſi poſſono tagliare cogli ſtromenti ordinarj de' tagliatori di pietre; e direbbeſi, ch' eſſe hanno cangiato di qualità, ſebbene la conſervino per tutti gli altri riguardi; imperocchè non laſciano di convertirſi in calce come le altre, quando loro ſi applichi il grado di fuoco neceſſario alla calcinazione.

Queſte pietre, reſe dure dal calore, diventano nel tempo ſteſſo ſpecificamente più gravi (19); donde ho creduto dover cavare un' induzione, la quale prova e conferma pie-

D 6

(19) Vedete intorno a ciò le ſperienze ch' io riferiſco nella parte eſperimentale di queſt' Opera.

pienamente, che il calore, quantunque in apparenza ſempre fuggitivo, e giammai ſtabile nei corpi che penetra, e da' quali, per quanto ſembra, ſi sforza coſtantemente d' uſcire, vi depone ciò non oſtante in modo aſſai ſtabile molte parti che in eſſi ſi fiſſano, e vengono ſoſtituite, anche in quantità maggiore, alle particelle acquoſe, o d' altro genere, che eſſo ne ha diſcacciate. Ma ciò, che ſembra contrario, o almeno difficiliſſimo a conciliarſi, è, che queſta ſteſſa pietra calcarea, che rendeſi ſpecificamente più peſante dall' azione di un calore moderato continuato a lungo, diventa più leggiero quaſi della metà del ſuo peſo, ſubito che ſi faccia ſoggiacere al gran fuoco neceſſario alla ſua calcinazione: e ch' eſſa perde nel tempo ſteſſo non ſolo tutta la durezza acquiſtata dall' azione del ſemplice calore, ma altresì la naturale, cioè la coerenza delle ſue parti coſtituenti; effetto ſingolare che mi riſerbo a ſpiegare nell' articolo ſeguente, ove tratterò dell' aria, dell' acqua, e della terra, perciocchè ſembrami appartenere più alla natura di queſti tre elementi, che a quella dell' elemento del fuoco.

Ma queſto è il luogo di parlare della calcinazione preſa in generale, la quale è per li corpi fiſſi ed incombuſtibili quello, che la combuſtione è per le materie volatili ed infiammabili. Per la calcinazione vi biſogna il ſoccorſo dell' aria, come pure per la combuſtione: e tanto più preſto ella ſi opera, quanto

to vi concorre maggiore quantità d'aria, senza la quale il fuoco niente può calcinare, e niente infiammare, fuorchè le materie che contengono in se stesse, e somministrano (a misura che abbruciano, o si calcinano) tutta l'aria necessaria alla combustione, o alla calcinazione delle sostanze, colle quali si mescolano. Questa necessità del concorso dell'aria, tanto nella calcinazione, quanto nella combustione, indica che vi sono tra di loro comuni più cose che non si sono per lo passato credute. L'applicazione del fuoco è il principio di tutteddue: e quella dell'aria ne è la causa seconda, e necessaria quasi al par della prima: ma queste due cause si combinano inegualmente, secondochè agiscono in più o meno tempo, e con forza maggiore o minore sulle differenti sostanze. Quindi per ragionarne adequatamente bisogna richiamare alla mente gli effetti della calcinazione, e paragonarli tra di loro, e con quei della combustione.

La combustione si fa prontamente, ed alle volte anche in un istante: ma la calcinazione è sempre più lenta, anzi qualche volta lunga fino a credersi impossibile, ed a misura che le materie sono più infiammabili, e che si somministra loro maggior aria, la combustione si fa più rapidamente; e per ragione inversa quanto più incombustibili sono le materie, con altrettanta maggiore lentezza si fa la calcinazione; e quando le parti costituenti una sostanza, come l'oro, non solamente sono incombustibili, ma si sperimen-

mentano così fiſſe, che non poſſon eſſer reſe volatili, la calcinazione non produce alcun effetto per violenta che ſia. La calcinazione, e la combuſtione adunque debbonſi conſiderare come effetti dello ſteſs' ordine, gli eſtremi de' quali vengonci deſignati dal fosforo, ch'è il più infiammabile tra tutt'i corpi, e dall'oro, ch'è il più fiſſo e il men combuſtibile. Quindi tutte le ſoſtanze compreſe tra queſti due eſtremi ſaranno più o men ſoggette agli effetti della combuſtione, o della calcinazione, ſecondo che più o meno s'avvicineranno agli eſtremi predetti, di maniera che nel punto di mezzo ſi troveranno ſoſtanze, che al fuoco proveranno combuſtione, e calcinazione in grado quaſi eguale. Donde noi poſſiamo conchiudere, ſenza timore d'ingannarci, che ogni calcinazione è ſempre accompagnata da un poco di combuſtione, ed ogni combuſtione da un poco di calcinazione. Le ceneri, e gli altri reſidui delle materie più combuſtibili, non dimoſtrano forſe, che il fuoco ha calcinate tutte le parti, che non ha abbruciato, e che per conſeguenza ſi ritrova un poco di calcinazione fra molta combuſtione? La picciola fiamma, che ſi ſolleva dalla maggior parte delle materie che ſi calcinano, non dimoſtra forſe nel tempo ſteſſo un poco di combuſtione? Dunque noi non dobbiamo ſeparare queſti due effetti, ſe vogliamo ſcoprire i riſultati dell'azione del fuoco ſulle differenti ſoſtanze, alle quali ſi applica.

Ma,

Ma, dirà taluno, la combuſtione diſtrugge i corpi, o almeno ne diminuiſce ſempre il volume, o la maſſa in ragione della quantità di materia, che rapiſce, o conſuma; laddove la calcinazione perloppiù produce il contrario, ed accreſce il peſo d'un gran numero di materie. Si dovranno ciò non oſtante, conſiderar queſti due effetti, come effetti del medeſimo ordine, quando i riſultati ne ſono così contrarj? L'obbiezione par che abbia il ſuo peſo, e merita riſpoſta, tanto più che forma il punto più difficile della queſtione. Io credo per altro di potervi ſoddiſfar pienamente. Conſideriamo adunque una metà di parti fiſſe, ed una di volatili o combuſtibili; coll' applicazion del fuoco tutte queſte parti volatili o combuſtibili ſaranno ivaporate o abbruciate, e quindi ſeparate dalla maſſa totale, ed allora queſta maſſa, o quantità di materia verrà diminuita della metà, come vediamo ſuccedere alle pietre calcaree, che perdono al fuoco quaſi la metà del loro peſo. Ma ſe ſi continua per lungo tempo ad applicar il fuoco a queſta metà tutta compoſta di parti fiſſe, ſi potrà facilmente concepire, ch'eſſendo ceſſata ogni combuſtione, ed ogni volatilizzazione, queſta materia invece di continuare a perdere della ſua maſſa, deve al contrario acquiſtarne a ſpeſe dell'aria, e del fuoco, che non ceſſano di penetrarla; e quelle, che, come il piombo, non ne perdono niente, ma anzi vi guadagnano con l' applicazione del fuoco, ſono materie di già cal-

calcinate, e dalla Natura preparate al grado, in cui la combustione è cessata, e suscettibili per conseguenza di crescer di peso al primo istante, che s'applicano al fuoco. Abbiam veduto che la luce s'ammortisce, e si spegne sulla superficie di tutt'i corpi, che non la riflettono, ed abbiam veduto ancora che il calore per la lunga sua dimora si fissa in parte nelle materie che penetra; sappiamo eziandio che l'aria quasi necessaria egualmente alla calcinazione che alla combustione, è sempre tanto più necessaria alla calcinazione, quanto più di fissezza hanno le materie; e che fissandosi ella stessa nell' interno de' corpi, ne divien parte costituente. Ciò posto non è egli naturalissimo il credere che quest' accrescimento di peso non deriva che dall' addizione di particelle di luce, di calore, e d'aria, che infine si sono fissate ed unite ad una materia, contro la quale esse hanno fatto tanto sforzo, senza poterla o rapire, o abbruciare? Questo è tanto vero, che quando loro si presenti poi una sostanza combustibile, colla quale abbiano maggior analogia, o piuttosto conformità di natura, esse avidamente se ne impadroniscono, abbandonano la materia fissa, a cui erano, per così dire, solo attaccate per forza: riacquistano per conseguenza il loro moto naturale, la loro elasticità, e volatilità, e tutte se ne partono colla materia combustibile, colla quale si sono congiunte. Allora il metallo, o la materia calcinata, alla quale voi ave-

avete restituito queste parti volatili che aveva perdute nella combustione, riprende la sua prima forma, e 'l suo peso ritrovasi diminuito di tutta la quantità delle particelle di fuoco, e d'aria, che fissate si erano, e che col mezzo di questa nuova combustione, furono nuovamente rapite. Tuttociò si fà per la sola legge delle affinità, e dopo quanto abbiam detto parmi non vi sia maggior difficoltà a concepire la riduzione della calce in metallo, che intendere come un metallo si precipiti in dissoluzione, essendo una stessa la causa, e pari gli effetti. Un metallo disciolto per mezzo d'un acido si precipita, e quando si presenta a quest'acido un'altra sostanza, colla quale esso abbia maggior affinità, che col metallo, l'acido l'abbandona, e lo lascia cadere; e nella stessa maniera questo metallo calcinato, carico, cioè, di particelle d'aria, di calore, e di fuoco, che essendo fissate lo tengono sotto forma di calce, si precipiterà, ovvero si ridurrà, quando a questo fuoco, ed a quest'aria fissi si presenteranno materie combustibili, colle quali abbiano affinità maggiore, che col metallo; il quale, liberato che sarà da quell'aria, e da quel fuoco superflui, e riacquistato che avrà, a spese delle materie combustibili presentategli, le parti volatili, che aveva perdute, riprenderà la sua prima forma.

Questa spiegazione mi par tanto semplice, e chiara, che non vedo cosa possa opporlesi. L'oscurità della Chimica deriva in

gran

gran parte dall' aver poco generalizzati i principj, e dal non averli uniti a quei della Fisica sublime. I Chimici hanno addottate le affinità senza comprenderle, cioè senza intender i rapporti della causa all' effetto, il quale non è poi altro che quello dell'attrazione universale. Eglino crearono il loro flogisto senza pur sapere cosa si fusse; eppure non è che aria e fuoco fissati; ed a misura del bisogno, che ne ebbero, si formarono certi enti ideali, *mineralizzatori*, *terre mercuriali*, nomi, e termini tanto più vaghi, quanto più generale n'è il significato. Io ardisco di dire che il Sig. Macquer (20), e il Sig. di Morveaux (21), siano i primi de' nostri Chimici, che abbiano cominciato a parlar in maniera da farsi intendere (22). Questa scienza dunque è ora nascente, poichè appena si comincia a parlare, e si parlerà tanto meglio, e tanto più facilmente s'intenderà, quanto più lungi ne terremo i termini artificiali, e con quan-

(20) Dizionario di Chimica. *Parigi*, 1776

(21) Digressioni Accademiche. *Dijon*, 1772

(22) Nel tempo stesso che s' imprimono questi fogli, esce alla luce l' Opera del Sig. Baumè che ha per titolo: *Chimica sperimentale, e ragionata*. L' Autore non solamente parla una lingua intelligibile, ma si mostra pur anche tanto buon Fisico, quanto gran Chimico, ed io ho avuto il piacere di vedere che alcune delle sue idee generali s' accordano colle mie.

quanta maggior buona ſede rinunzieremo a tutti quei piccioli principj ſecondarj dedotti dal metodo, e quanto più ſtudio faremo di dedurli dai principj generali della Meccanica razionale, e con quanta maggior premura cercheremo di ridurli alle leggi della natura, ſagrificando di buona voglia la facilità di ſpiegare d'una maniera precaria, e ſecondo l'arte, i fenomeni della compoſizione, o ſcompoſizione delle ſoſtanze, alla difficoltà di preſentarli quali ſono, cioè per effetti particolari, dipendenti da effetti più generali, i quali ſono le vere cauſe, ed i ſoli principj reali, ai quali dobbiamo attenerci, ſe vogliamo perſezionare la ſcienza della Filoſofia naturale.

Credo aver dimoſtrato (23), che tutte le piccole leggi delle affinità Chimiche quantunque in apparenza così variabili, e differenti tra loro, non ſono però altro che la legge generale dell'attrazione comune a tutta la materia; che queſta gran legge ſempre coſtante, ſempre la ſteſſa non ſembra variare che per la ſua eſpreſſione, la quale non può eſſere la medeſima, quando la figura de' corpi entra come elemento nella loro diſtanza. Con queſta nuova chiave noi potremo penetrare ne' più profondi ſegreti della Natura, ed arrivare a conoſcere la figura delle parti pri-mi-

(23) Vedete in queſt' Opera, l'articolo che ha per titolo: *della Natura, Aſpetto ſecondo.*

mitive delle differenti sostanze, ed assegnare le leggi, e i gradi delle loro affinità, e determinare le forme, ch' esse prenderanno nel riunirsi, ec. Credo di aver dichiarato ancora come l' impulsione dipende dall' attrazione, e che quantunque si possa cousiderare come una forza diversa, non è però che un effetto particolare di questa forza unica, e generale. Ho presentato la comunicazione del moto come impossibile per altra via che per l' elasticità, donde ho conchiuso che tutt' i corpi nella Natura sono più o men elastici, e che non ve n' ha alcuno perfettamente duro, cioè privo affatto d' elasticità, poichè tutti sono atti a ricever il moto. Mi sono ingegnato di far comprendere come questa unica forza possa mutar direzione, e d' attrattiva diventar tutto ad un tratto ripulsiva. Da questi gran principj, tutti fondati sulla Meccanica razionale, ho procurato di dedurre le principali operazioni della Natura, quali sono la produzione della luce, del calore, del fuoco, e della loro azione sulle differenti sostanze: quest' ultimo oggetto è il più interessante, ed è altresì un vasto campo, la cui coltura richiede più d' un secolo, del quale io non ho potuto coltivare che uno spazio mediocre, rimettendo a mani più abili, o più laboriose gli stromenti, di cui mi sono servito. Questi stromenti sono i tre mezzi d' impiegare il fuoco, per la sua velocità, pel volume, e per la massa, applicandolo congiuntamente alle tre classi di sostanze, le quali tutte o perdo-

dono, o guadagnano, o non perdono, nè guadagnano per l'applicazione del fuoco. Le ſperienze da me fatte ſul raffreddamento de' corpi, ſul peſo reale del fuoco, ſulla natura della fiamma, ſu i progreſſi del calore, ſulla ſua comunicazione, perdita, concentrazione, e violenta azione ſenza fiamma, ec. ſono anch' eſſe altrettanti ſtromenti, che riſparmieranno molta fatica a quelli che vorranno ſervirſene, e produrranno una meſſe molto ampia di utili cognizioni.

DE-

DEGLI ELEMENTI.

PARTE SECONDA.

Dell' Aria, dell' Acqua, e della Terra.

ABbiamo veduto che l' aria è l' aminicolo necessario, e 'l primo elemento del fuoco, il quale non può sussistere, nè propagarsi, nè aumentarsi che in quanto se l' assimila, la consuma, o la trasporta: quando al contrario l'aria è fra tutte le sostanze materiali quella, che sembra esistere più indipendentemente, e sussistere più facilmente, e costantemente senza il soccorso o la presenza del fuoco. Imperocchè, quantunque essa abbia abitualmente a un di presso il medesimo calore delle altre materie poste sulla superficie della terra, potrebbe però farne di meno, bisognandone a questa molto meno che all' altra per conservare la sua fluidità, e perchè i freddi più eccessivi o naturali, o artificiali, non le fan perder niente della sua natura: e perchè le condensazioni più forti non sono capaci a toglierle l' elasticità: e perchè il fuoco attivo, anzi attualmente in esercizio sulle materie combustibili, è il solo agente che possa alterare la sua na-

natura, rarefacendola, cioè indebolendo, e diſtendendone la molla fino al punto di renderla ſenza effetto, e di diſtruggerne così la ſua elaſticità. In queſto ſtato di troppo grande eſpanſione, e d' indebolimento eſtremo della ſua molla, e in tutt' i gradi che precedono queſto ſtato, l' aria è capace di riprendere la ſua elaſticità a miſura che i vapori delle materie combuſtibili, che indebolita l' avevano, ſvaporano, e da quelle ſi dividono. Ma ſe la molla è ſtata totalmente indebolita, e teſa a ſegno da non poterſi più nè riſtringere, nè reſtituirſi, avendo perduto tutta la ſua potenza elaſtica, l' aria di volatile ch' era dapprima, diventa una ſoſtanza fiſſa, la quale colle altre s' incorpora, e forma allora una parte coſtituente di tutte quelle, alle quali ſi uniſce per contatto, e nelle quali penetra coll' ajuto del calore. Sotto queſta nuova forma eſſa non può più abbandonare il fuoco, che per unirſi come materia fiſſa ad altre materie fiſſe; e ſe alcune particelle ne rimangono inſeparabili dal fuoco, eſſe formano allora porzione di queſt' elemento, e gli ſervono di baſe, e ſi depongono con eſſo nelle ſoſtanze, che ſcaldano, e penetrano inſieme. Queſt' effetto, che ſi manifeſta in tutte le calcinazioni è tanto più ſicuro e ſenſibile, quanto più a lungo vi viene applicato il calore. La combuſtione non eſige che poco tempo per farſi a perfezione, laddove la calcinazione ne ſuppone molto dippiù, e per affrettarla biſogna

gna presentare successivamente all' aria le materie che voglionsi calcinare, fondere, o dividere in particelle impalpabili, acciocchè esse offrano a quest' aria una superficie maggiore: ed anche valersi di mantici, non tanto per accrescere l' ardor del fuoco, quanto per istabilire una corrente d' aria sulla superficie delle materie, se si vuol accelerarne la calcinazione; e intanto per perfezionarla con tutti questi mezzi ci bisogna sovente molto tempo (1); donde si deve conchiudere, che è necessaria una lunga dimora dell' aria, divenuta fissa nelle sostanze terrestri, perchè ella vi si stabilisca a soggiornare sotto questa nuova forma.

Non è necessario però un fuoco violento per far perdere all' aria la sua elasticità; poichè

(1) Io non so se non si calcinerebbe l' oro, non mettendolo come Boyle, o Kunkel, per lunghissimo tempo in un forno di vetraja, in cui la velocità dell' aria non è grande, ma collocandolo presso del tubo d' un buon forno a vento, e tenendolo in fusione in un vaso aperto, in cui s' immergesse una piccola spatola, che si adattasse in maniera da volgere, e smovere continuamente l' oro in fusione; imperciocchè non v' è paragone tra la forza di questi fuochi, essendo quì l' aria molto più accelerata, che nei forni di vetraja.

chè il più picciolo fuoco, ed anche un calore assai mediocre, applicato immediatamente, e costantemente ad una picciola quantità d'aria, bastano per distruggerne l'elasticità; ed affinchè poi privata della sua molla si fissi ne' corpi, non si richiede che più o meno tempo, secondo la maggiore o minore affinità, ch'ella sotto questa nuova forma può avere colle materie, alle quali s'unisce. Il calore degli animali, non men che de' vegetabili, è ancora sufficiente a produrre quest'effetto. I gradi di calore sono differenti ne' varj generi di animali, e cominciando dagli uccelli, che sono i più caldi di tutti, si passa successivamente ai quadrupedi, all'uomo, ai cetacei che lo sono meno, ai rettili, ai pesci, agli insetti, che lo sono moltomeno, e finalmente ai vegetabili, il calore de' quali, abbenchè assai reale, ed in inverno maggiore di quello dell' atmosfera, è così picciolo che (2) dagli Osservatori viene stimato nullo.

(2) ,, In tutte le sperienze da me fatte,
,, (dice il Dottor Martine) non ho potu-
,, to scoprire che alcuno de' vegetabili, in
,, virtù del principio di vita, acquisti un
,, grado di calore superiore a quello del mez-
,, zo che lo circonda, e 'l quale possa essere
,, ben ravvisato; all'opposto tutti gli animali
,, (per

Ho fatto osservazione sopra di un gran numero di grossi alberi tagliati in tempo freddo, che il loro interno era sensibilissimamente caldo, e questo calore durava molti minuti dopo il loro taglio. Nè questo era prodotto dal solo moto violento della scure, o dal brusco, e replicato sfregamento della sega; imperciocchè seguitando a spaccar questo legno col conio, ho veduto, che era caldo due o tre piedi lungi dal sito, ove il conio si era conficcato, e per conseguenza in tutto l' interno del legno v' era un grado di calore assai sensibile. Questo calore è assai mediocre, finchè la pianta è ancor giovane, ed in buon essere; ma nell' invecchiare, il nocchio si riscalda per la fermentazione del sugo che non circola più colla libertà di prima; e questa parte del centro riscaldandosi acquista una tinta rossa, ch' è il primo indizio della morte dell' albero, e del disfacimento della organizzazione del legno; ed avendone in questo stato maneggiati alcuni pez-

---

„ (per poco che la loro vita sia animata)
„ hanno un grado di calore più considerevole di quello dell' aria, o dell' acqua in
„ cui vivono". *Saggio sui termometri, articolo XXXVII.*, edizione in 12. Parigi 1751.
„ Non si scopre alcun grado di calore nelle piante tanto ne' loro umori, quanto
„ nell' interno del loro stipite". Bacon, *Nov. Organ.* 11, 12.

pezzi, li trovai così caldi, come se fossero stati riscaldati. Che se gli Osservatori non han trovato differenza alcuna tra la temperie dell' aria e 'l calore de' vegetabili, egli è perchè han fatto le loro osservazioni in una stagione non propria, nè hanno fatto attenzione, che nella state il calore dell'aria è egualmente grande, anzi maggiore di quello dell'interiore d'un albero, laddove nell'inverno si trova tutto il contrario; nè sonosi ricordati, che le radici hanno costantemente almeno il grado del calore della terra, che le circonda, e che questo calore dell' interior della terra è durante tutto l' inverno considerevolmente maggiore di quello dell' aria, e della superficie della terra dall' aria raffreddata; nè si sono forse ricordati che i raggi del Sole, cadendo troppo vivamente sulle foglie, e sulle altre parti dilicate, e vegetabili, non le riscaldano soltanto, ma le abbruciano; e che riscaldano parimente a un grandissimo grado la corteccia ed il legno, la superficie de' quali essi penetrano, ed in cui s' ammortiscono, e si fissano; nè hanno pensato che il solo moto del sugo di già caldo, è una cagion necessaria di calore, e che accrescendosi coll' azione del Sole, o di altro calore esteriore questo movimento, il calore de' vegetabili deve essere tanto più grande, quanto più accelerato è il moto del loro sugo, ec. Io non mi trattengo a lungo su questo punto, se non a motivo della sua importanza, e perchè l' uniformità del piano

 del-

della Natura si distruggerebbe, se dopo aver accordato a tutti gli animali un grado di calore superiore a quello delle materie inerti, negato l'avesse poi a'vegetabili, i quali come gli animali stessi, hanno la loro specie di vita.

Ma quì l'aria contribuisce ancora al calor animale e vitale, siccome abbiam veduto più sopra contribuir all'azione del fuoco nella combustione, e nella calcinazione delle materie o combustibili, o calcinabili. Gli animali, che avendo polmoni, respirano l'aria, hanno sempre maggior calore di quelli che ne son privi; anzi quanto più è estesa, e ramificata in maggior numero di cellule, o bronchj la superficie interna de'pulmoni, ed in breve quanta maggior superficie essi presentano all'aria, che dall'animale s'attrae coll'ispirazione, tanto più caldo diviene il suo sangue, e tanto più calore esso comunica a tutte le parti del còrpo che abbevera, o nutrisce; e questa proporzione ha luogo in tutti gli animali conosciuti. Gli uccelli per rapporto al volume del loro corpo hanno i polmoni considerevolmente più estesi che l'uomo, o i quadrupedi. Ne' rettili, in quelli ancora che hanno voce (come le rane) una semplice vescica tiene luogo di polmoni; e gl'insetti che hanno poco o niente di sangue, non attraggono l'aria, che per mezzo di qualche trachea, ec. Quindi prendendo il grado della temperie della terra per termine di paragone, ho sperimentato che supposto questo calore di 10 gra-

gradi, quello degli uccelli era a un di presso di 33 gradi, quello di qualche quadrupede più di $31\frac{1}{2}$, e quello dell' uomo di $30\frac{1}{2}$ o 31 (3), laddove quello delle rane è solo

 di

(3) „ Al mio termometro (dice il Dot„ tor Martine) nel quale il termine della „ congelazione è segnato 32, io ho trova„ to che la mia pelle ne' luoghi, nei qua„ li era ben coverta sollevava il mercurio „ a' gradi 96, o 97 . . . . che l' urina „ resa di fresco, e ricevuta in un vaso allo „ stesso suo grado di temperie è appena d' „ un grado più calda della pelle, e noi pos„ siamo supporre che pressappoco sia allo stesso „ grado del calore delle viscere vicine . . . . . „ Nei quadrupedi ordinarj, come i cani, i „ gatti, le pecore, i buoi, i majali ec. il „ calor della pelle innalza il termometro 4 „ o 5 gradi più che nell' uomo, e lo solle„ va ai gradi 100, 101, 102, ed in alcu„ ni al grado 103, ed anche un po' più al„ to . . . . . . Il calore de' cetacei è uguale a „ quello dei quadrupedi. . . . Io ho sperimenta„ to, che il calore della pelle della foca era „ prossimo al grado 102, e quello della ca„ vità del suo addomine un grado incirca „ di più . . . . Gli uccelli sono i più cal„ di tutti gli animali, e sorpassano di tre „ o quattro gradi i quadrupedi, secondo l'e„ sperienza ch' io medesimo ne ho fatta so-

„ pra

di 15 o 16, quello de' pesci e degl' insetti di 11 o 12, cioè il minore di tutti, e quasi lo

---

„ pra le anitre, le oche, le galline, i piccio-
„ ni, le pernici, le rondini: poichè collocata
„ la palla del termometro tra le loro cosce,
„ il mercurio si sollevò ai gradi 103, 104,
„ 105, 106, 107". Lo stesso Osservatore ha osservato, che i bruchi avevano pochissimo calore, cioè incirca due o tre gradi di più dell'aria in cui vivono. „ Quindi, dic'e-
„ gli, la classe degli animali freddi è for-
„ mata da tutta la famiglia degl' insetti;
„ eccettuatene le api, che ne fanno un'ecce-
„ zione particolare * .... Io ho trovato
„ per

* Nota. *Io non so se debbansi eccettuare le api, come vuole la maggior parte de' nostri Osservatori, i quali pretendono che queste mosche abbiano tanto calore, quanto gli animali che respirano; perchè il loro alveare è caldo quanto i corpi di questi animali. A me però sembra, che quel calore dell'interiore dell' alveare non sia il calore di ciascun ape, ma bensì la somma totale del calore che s' esala dai corpi di nove, o diecimila individui stanzianti in quello spazio, dove il loro continuo moto deve ancora accrescerlo: e dividendo questa somma generale di calore per la quantità particolare di calore, che svapora da ciascun individuo, si troverebbe forse che l' ape non ha più calore d' ogni altra mosca.*

ſi lo ſteſſo di quello de' vegetabili. Il grado adunque di calore nell'uomo e negli animali dipende dalla forza, e dalla eſtenſione de' polmoni, poichè queſti ſono i mantici della macchina animale, e trattengono ed accreſcono il fuoco ſecondo che ſono più o meno potenti, e ſecondocchè più o men pronto è il loro movimento. La ſola difficoltà è il concepire come queſta ſpecie di mantici (la coſtruzione de' quali tanto è ſuperiore a quella de' noſtri uſuali, quanto la Natura è al diſopra dell'arte) poſſano portar l'aria ſui fuoco che ci anima, fuoco, il cui centro ſembra indeterminato, fuoco che non è ſtato qualificato con queſto nome, perchè ſenza fiamma, e ſenza

E 4 fumo

„ per reiterate eſperienze, che il calore d'u„ no ſciame di pecchie ſollevava il termo„ metro (che n' era circondato) al grado „ 97, calore non inferiore al noſtro. Il ca„ lore degli animali d'una vita debole, ec„ cede di poco il calore del mezzo in cui „ vivono: onde appena troverebbeſi qualche „ differenza nei datteri, e nelle oſtriche: „ pochiſſima nei paſſerini, negli aſelli, nei „ merluzzi, e negli altri peſci a branchie, i „ quali mi ſembrarono tutti avere appena „ un grado di più dell' acqua di mare nella „ quale vivevano; la qual' acqua era nel „ tempo della mia oſſervazione a' gradi 41. „ Finalmente lo ſteſſo oſſervai nei peſci di

„ fiume.

fumo apparente, e perchè il suo calore è molto mediocre, ed uniforme. Se si considera però che il calore, ed il fuoco sono effetti, ed anche elementi del medesimo ordine, e se si sovvenga che il calore rarefà l'aria, e che distendendone la molla, può indebolirla a segno di renderla senza effetto, si potrà allora dedurre, che quest' aria attratta da' nostri polmoni, rarefacendosi assai, deve perdere la sua elasticità ne' bronchj, e nelle picciole vescichette, nelle quali non può penetrare che in picciolissimo volume, e in bolle, la molla delle quali di già distesa oltremodo, sarà ben presto distrutta dal calore del sangue arterioso, e venoso; poichè

„ fiume: ed alcune trotte ch' io ho esami-
„ nate erano al grado 62, mentre l' acqua
„ del fiume era al grado 61 . . . . . Secondo
„ il risultato di parecchie sperienze ho tro-
„ vato che le lumache erano 2 gradi più
„ calde dell' aria. Le ranocchie, e le tarta-
„ rughe da terra mi parvero avere qualche
„ cosa di più, e incirca 5 gradi di più dell'
„ aria che respirano . . . . Ho eziandio esami-
„ nato il calore d'una reina, e quello d'un'
„ anguilla, ed ho trovato che eccedevano
„ appena il calore dell' acqua, in cui questi
„ pesci vivevano, e ch' era al grado 54 ". *Saggio sopra i termometri*, *articoli* 38, 39, 40, 41, 44, 45, 46, *e* 47.

chè questi vasi sanguigni non sono divisi dalle vesicole polmonari, che ricevono l'aria, se non per tenuissimi tramezzi che lasciano facilmente passare quest' aria nel sangue; dove non può non produrre i medesimi effetti che sul fuoco comune; poichè il grado di calore di questo sangue è più che sufficiente per distruggere interamente l'elasticità delle particelle dell' aria, fissarle, e trattenerle sotto questa nuova forma in tutte le strade della circolazione. Il fuoco del corpo animale non differisce dal fuoco comune, se non in quanto dal meno al più il grado di calore è minore; di quì è che non vi ha fiamma, poichè i vapori che si alzano, e che rappresentano il fumo di questo fuoco, non hanno bastante calore per infiammarsi, o divenire ardenti, e perchè essendo inoltre mescolati con molte parti umide, che trasportano seco questi vapori o questo fumo non possono nè ardere, nè abbruciarsi (4). Del resto tutti gli

 altri

(4) Io ho fatta una sperienza sorprendente al proposito dell' infiammazione del fumo. Ho riempito di carbone secco, e conservato al coperto per più di sei mesi, due de' miei fornelli, i quali sono amendue di quattordici piedi d'altezza, e nella loro costruzione niente diversi fra loro, se non per le proporzioni delle dimensioni in larghezza: essendo il primo

altri effetti sono assolutamente i medesimi. La respirazione di un picciolo animale assorbisce tant' aria quanta il lume di una candela;

---

primo capace appunto d' un terzo dippiù del secondo. In uno de' medesimi ho messo mille, e duecento libbre di questo carbone, e nell' altro ottocento: ed al più grande ho adattato un tubo d' aspirazione costrutto con un telajo di ferro guernito di latta, il quale era di tredici pollici in quadrato sopra dieci piedi di altezza. Io l' aveva fatto di tredici pollici nei quattro lati, perchè esattamente chiudesse l' apertura superiore del *fornello*, la quale era quadrata, e di tredici pollici e mezzo per tutte le facce. Prima però di riempire questi fornelli erasi preparata nella parte bassa una piccola cavità in forma di volta sostenuta con legni secchi, sotto i quali fu messo il fuoco nell' atto che si cominciava a caricar di carbone. Questo fuoco, il quale in sul principio era vivo, si rallentò a misura che si caricava, si mantenne però sempre senza spegnersi; e quando i fornelli furono riempiti interamente, io ne esaminai il progresso ed il prodotto senza smuoverlo, e senza niente aggiugnervi. Duranti le prime sei ore, il fumo che aveva incominciato a sollevarsi nell' istante che s'era incominciato a caricare, era umidissimo, come io potei

dela; e in vasi chiusi di capacità eguale, l' animale muore nel tempo stesso che la candela si spegne; locchè giova a dimostrare ad

 evi-

---

potei facilmente riconoscere dalle gocce d'acqua che apparivano sulle parti esteriori del tubo d'aspirazione, il quale al fine delle sei ore era appena mediocremente caldo; poichè poteva toccarlo facilmente. Lasciai il fuoco, il tubo, e i fornelli per tutta la notte nello stesso stato, e il fumo continuando sempre era divenuto così abbondante, tanto spesso, e così nero, che il dì seguente, andando alle mie fucine, credetti esservi un incendio. L' aria era quieta, e siccome il vento non dissipava il fumo, questo mi nascondeva il fornello per modo ch' io non poteva vederlo. Il fumo era già durato ventisei ore, quando, visitati i miei fornelli, ritrovai che il fuoco, il quale erasi soltanto acceso nella parte inferiore, non era punto accresciuto, e sostenevasi al medesimo grado; ma il fumo, il quale nelle prime sei ore aveva deposto alquanto d' umidità, era divenuto più secco, ma compariva tuttavia ugalmente nero. Il tubo d' aspirazione non ne succhiava più, ma soltanto era un poco più caldo, ed il fumo non formava più alcuna gocciola sulla superficie esteriore: la cavità dei fornelli, i quali avevano quattordici piedi d' altezza

evidenza che il fuoco dell'animale, e quello della *candela*, o d'ogni altra materia *combuſtibile* acceſa, ſono fuochi non ſolo del me-

---

za, ſi trovò vuota a capo di ventiſei ore, di tre piedi incirca; io li feci riempire, l'uno con cinquanta, e l'altro con ſettantacinque libbre di carbone, e immantinenti lor feci riadattare il tubo d'aſpirazione, ch'eraſi dovuto levare per caricarli. Queſt' accreſcimento di alimento non accrebbe nè il fuoco, nè il fumo, nè cambiò niente allo ſtato precedente; ed oſſervai ogni coſa per otto ore ſucceſſive, aſpettando ad ogni iſtante di veder comparir la fiamma, non potendo concepire perchè mai il fumo d'un carbone sì ſecco, e ſecco eſſo medeſimo, e che non deponeva la menoma umidità, non s'infiammaſſe da ſe ſteſſo dopo trentaquattro ore di fuoco ſempre ſuſsiſtente al baſſo de' fornelli. Io adunque gli abbandonai per la ſeconda volta in queſto ſtato, ordinando che niſſuno li toccaſſe. Il giorno ſeguente, dodici ore dopo le trentaquattro, vi trovai la ſteſſa folta nebbia, e lo ſteſſo nero fumo che copriva il mio apparecchio; e viſitati i miei fornelli vidi che inferiormente il fuoco, e il fumo era tuttavia lo ſteſſo, e ſenza alcuna umidità, e che la cavità dei fornelli era vuota, nel più piccolo di tre piedi e due pollici, e di due piedi

medefimo ordine, ma di una fola e fteffa natura, ai quali il foccorfo dell'aria è egualmente neceffario, e tutti due fe l'appropriano

piedi e nove pollici nel più grande, al quale era adattato il tubo d'afpirazioue. Io tornai a riempiere quefto con feffantafei libbre di carbone, e l'altro con cinquantaquattro, e mi rifolvetti di afpettare per tanto tempo, che baftaffe per vedere fe finalmente quefto fumo giugnerebbe una volta ad infiammarfi. Scorfero nove ore mentre io l'efaminai di tempo in tempo, ed al fine di cinquantacinque ore trovai il fumo fecchifsimo, foffocantifsimo, e caldo fenfibilifsimamente, ma fempre nero, e fenza fiamma, ed in quefto ftato io lo lafciai per la terza volta. Il giorno feguente, tredici ore dopo le cinquantacinque, ritrovai ancora lo fteffo il fumo, ed il carbone de' miei fornelli anche fcemato; e ficcome io rifletteva fopra quefto confumo di carbone fenza fiamma, il quale giugneva quafi alla metà di quello che nel tempo iftef-fo, e co' medefimi fornelli fi fa, quando v'è fiamma, incominciai a credere che potrei fare molto ufo di carbone fenza aver fiamma, giacchè dopo tre giorni eranfi tre volte caricati i fornelli (perciocchè m'ero dimenticato di dire, che in quefto fteffo giorno erafi empiuta la cavità vuota del gran fornello con ottan-

no nella stessa maniera, l'assorbiscono come alimento, e la conducono seco, o la depositano sotto forma fissa nelle sostanze, che penetrano.

I ve-

ottanta libbre di carbone, e quella del piccolo con sessanta). Io li lasciai fumare ancora per più di cinque ore, e dopo aver perduta la speranza di veder da se stesso infiammato questo fumo, il vidi ad un tratto prender fuoco, e fare una specie d'esplosione all'istante medesimo, che se gli applicò la leggiera fiamma d'una manata di paglia. Allora fu che tutto il nuvolo del fumo s'infiammò fino alla distanza di dieci piedi, e ad altrettanto d'altezza; e la fiamma, penetrando la massa del carbone, discese nel momento istesso fino al fondo del fornello, e continuò ad abbruciare nella maniera ordinaria: il carbone però si consumava una volta più presto, quantunque il fuoco inferiore non mi sembrasse più vivo. Io mi sono convinto adunque che i miei fornelli non avrebbero giammai terminato di esalar fumo, se non si fosse dato il fuoco al fumo medesimo. Tutto ciò dimostra ad evidenza che la fiamma non è altro, se non fumo che abbrucia, e che la comunicazione del fuoco non può aversi, se non per mezzo della fiamma.

I vegetabili, e la maggior parte degl'insetti, hanno in luogo di polmoni alcune trombe aspiratorie, o certe specie di trachee, colle quali però non lasciano di attrarre tutta l'aria che loro è necessaria, la quale si vede passare in bolle molto sensibili nel sugo della vite; e questa non solamente viene attratta dalle radici, ma spesso ancora dalle foglie, e diventa parte essenzialissima della nutrizione del vegetabile, che se l'assimila, la fissa, e la conserva. Il picciol grado di calor vegetabile aggiunto a quello del Sole, basta a distruggere l'elasticità dell'aria contenuta nel sugo, sopratutto quando quest'aria non avendo potuto essere ammessa nel corpo della pianta ed arrivare al sugo, senza passare per la trafila di tubi strettissimi, si trova divisa in particelle quasi infinitamente picciole, che il menomo grado di calore basta a render fisse. L'esperienza conferma appieno quanto si è detto finora; poichè le materie animali, e vegetabili contengono tutte una grandissima quantità d'aria fissa, nel che consiste uno de' principj della loro infiammabilità; tutte le materie combustibili poi contengono molt'aria: tutti gli animali e i vegetabili, tutte le loro parti, i loro frammenti, le materie tutte che da essi derivano, e le sostanze, nelle quali questi trovansi mescolati, contengono tutte più o meno aria fissa, e la maggior parte d'esse richiede altresì una quantità d'aria elastica. Noi non possiamo dubitare di questi fatti resi certi dalle belle spe-

sperienze del Dottor Hales, quantunque sembri che i Chimici non ne abbian sentito tutta la forza; poichè avrebber essi già da gran tempo riconosciuto che l' aria fissa deve in gran parte tener il luogo del loro flogisto, e non avrebbero adottato questo termine nuovo, che non corrisponde ad alcuna idea precisa, nè di esso formata si sarebbono la base di tutte le spiegazioni de' fenomeni chimici, nè presentato ce l'avrebbero per un' Ente identico, e sempre lo stesso, essendo composto d'aria fissa, e di fuoco, ora in istato fisso, ed ora in quello della volatilità la più grande. E fra questi, quelli che hanno risguardato il flogisto come il prodotto del fuoco elementare, o della luce, si sono meno costati dalla verità: poichè il fuoco o la luce col soccorso dell' aria producono tutti gli effetti del flogisto.

I minerali, i quali, come i solfi, e le piriti, contengono nella loro sostanza una maggiore, o minor quantità degli stritoiamenti ulteriori degli animali, e de' vegetabili, racchiudono alcune parti combustibili, le quali posseggono come tutte le altre, più o meno aria fissa; ma sempre in molta minor quantità che le sostanze puramente animali, o vegetabili: e quest' aria fissa si può loro toglier egualmente per la combustione, e si può altresì disimpegnarla pel mezzo dell' effervescenza: e dalle materie animali, e vegetabili essa parimente si svincola per la semplice fermentazione, la quale, al pari della com-

combustione, non s' ottiene senza il soccorso dell'aria. Questo va cotanto perfettamente d' accordo coll' esperienza, che non credo di dover insistere sulla prova de' fatti; mi contenterò soltanto d' osservare che i solfi, e le piriti non sono i soli minerali, i quali debbansi risguardare combustibili; perciocchè ve ne sono molti altri, che quì non istimo di numerare, bastando dire che il grado della loro combustibilità ordinariamente dipende dalla quantità di solfo, che contengono. Tutti adunque i minerali combustibili traggono questa proprietà o dalla mescolanza di parti animali, e vegetabili con loro incorporate, o dalle particelle di luce, di calore, e d' aria, che pel decorso del tempo sonosi fissate nel loro interno. Non v' ha combustibile, secondo me, se non quello, ch' è stato formato da un calore dolce, cioè da quei medesimi elementi combinati in tutte le sostanze, che il Sole rischiara, e vivifica (5), o in quelle, che l'in-

(5) Ecco una osservazione, la quale sembra dimostrare, che la luce ha maggior affinità colle sostanze combustibili, che con tutte le altre materie. Noi sappiamo che la potenza refrattiva de' corpi diafani è proporzionale alla loro densità; il vetro più denso dell' acqua ha proporzionatamente una maggior forza refringente, ed a misura che s'accre-

l'interno calor della terra fomenta, e riunifce.

Egli è queſto calore interno del globo terreſtre, che deve conſiderarſi, come il vero fuoco elementare, e diſtinguere da quello del So-

creſce la denſità del vetro, e dell'acqua, ſi accreſce pure la loro forza di rifrazione, e queſta proporzione s'oſſerva in tutte le materie traſparenti, che ſono nel tempo ſteſſo incombuſtibili. Le materie infiammabili però, come lo ſpirito di vino, gli olj diafani, l'ambra, ec. hanno una forza refringente più grande delle altre, di maniera che l'attrazione che queſte materie eſercitano ſulla luce, e che deriva dalla loro maſſa, o denſità, viene conſiderevolmente accreſciuta dall'affinità particolare ch'eſſe hanno colla luce. Se ciò non foſſe, la loro forza refringente ſarebbe, ſiccome quella di tutte le altre materie, proporzionale alla loro denſità; ma le materie infiammabili attraggono con maggior forza la luce, onde per queſta ſola ragione hanno maggior forza refringente delle altre. Il diamante non fa eccezione a queſta legge, dovendoſi anch'eſſo annoverare fra le materie combuſtibili, poichè s'abbrucia allo ſpecchio uſtorio; e la ſua affinità colla luce è uguale a quella delle materie infiammabili, imperocchè la ſua forza refringente è mag-

Sole, che a noi non giugne, se non colla luce; laddove l'altro, abbenchè più considerevole, ordinariamente non è che sotto la forma d'un calor oscuro; e divien luminoso soltanto in alcune circostanze, come in quelle dell'elettricità. Noi abbiam già detto, che la somma di questo calore, presa per un gran numero d'anni in fila, è trecento o quattrocento volte più grande della somma del calore, che a noi viene dal Sole nello stesso spazio di tempo; e questa è una verità, che quantunque sembrar possa singolare, non è però meno evidentemente dimostrata (6). Siccome ne abbiamo parlato diffusamente, ci basterà riflettere quì, che questo calore costante, e sempre sussistente, entra, come elemento, in tutte le combinazioni degli altri elementi, e ch'è più che bastante per produrre sull'aria gli effetti medesimi, che il fuoco attuale, o il calor animale; e che per conseguenza questo calore interno della

---

maggiore di quello ch'esser dovrebbe a proporzione della sua densità. Esso ha nel tempo istesso la proprietà d'imbeversi della luce, e di conservarla per lungo tempo, proprietà alla quale debbonsi in parte attribuire i fenomeni della sua rifrazione.

(6) Veggasi la Memoria del Sig. de Mairan, in quelle dell'Accademia Reale delle Scienze, *anno* 1765., *pag.* 143.

la terra diſtruggerà l' elaſticità dell'aria, e la fiſſerà ogni volta che diviſa eſſendo in parti piccioliſſime, ſi troverà nel ſeno della terra occupata da queſto calore; e ſotto queſta nuova forma entrerà come parte fiſſa in un gran numero di ſoſtanze, le quali conterranno dappoi delle particelle d' aria fiſſa, e di calore fiſſo, che ſono i primi principj della combuſtibilità. Ma in ſoſtanze differenti ſi troveranno queſti in quantità più o men grande, ſecondo il grado d' affinità che avranno con quelle, e queſto grado dipenderà aſſai dalla quantità, che queſte ſoſtanze conterranno, di parti animali e vegetabili, le quali ſembrano eſſere la baſe d' ogni materia combuſtibile; e quando queſte vi ſiano abbondantemente ſparſe, o debolmente incorporate, noi potremo a noſtra voglia ſtaccarle da ſiffatte ſoſtanze per mezzo della combuſtione. La maggior parte de' minerali metallici, ed anche i metalli contengono una quantità grandiſſima di parti combuſtibili; quindi il zinco, l'antimonio, il ferro, il rame, ec. abbruciano, e producono una fiamma evidente e viviſſima, fintantocchè dura la combuſtione delle parti infiammabili, che contengono. Ma ſe poi ſi continua il fuoco, la combuſtione finiſce, e comincia la calcinazione: nel tempo della quale rientrano in queſte materie nuove parti d' aria e di calore, che vi ſi fiſſano, e che non ſe ne poſſono ſvincolare, ſe non col preſentar loro qualche materia combuſtibile, colla quale cotali parti d' aria e di calore fiſ-

ſe

se abbiano più affinità, che con quelle del minerale, alle quali di fatti non sono unite, che per forza, cioè per lo sforzo della calcinazione. A me pare, che la conversione delle sostanze metalliche in calce, e la loro riduzione potranno ora essere chiarissimamente intese, senza bisogno di ricorrere a principj secondarj, o ad ipotesi arbitrarie per ispiegarle. La riduzione, come ho già detto, non è realmente, che una seconda combustione, colla quale si sbrigano le particelle d'aria e di calore fisse, che la calcinazione aveva fatte entrar per forza nel metallo, ed unire alla sua sostanza fissa, a cui nel medesimo tempo rendonsi le parti volatili, e combustibili, che la prima azione del fuoco rapito gli aveva.

Dopo aver esposto la gran parte, che l'aria fissa tiene nelle operazioni più segrete della Natura, consideriamola un poco quando sotto forma elastica risiede nei corpi, nel qual caso i suoi effetti non sono men variabili, che 'l grado della sua elasticità; e la sua azione, quantunque sempre la stessa par che ci somministri prodotti varj nelle varie sostanze. Per ridurre questa considerazione sotto un punto di vista generale, noi la paragoneremo coll'acqua, e colla terra, come già l'abbiamo paragonata col fuoco; e i risultati di questo paragone tra i quattro elementi s'applicheranno poscia facilmente a tutte le sostanze di qualunque natura possan essere, poichè tutte non sono composte, che da

da questi quattro principj reali.

Il più gran freddo che si conosca, non può distruggere l'elasticità dell'aria, eppure il menomo calore basta a quest'effetto, massimamente quando questo fluido è attenuato in parti piccolissime. Bisogna però osservare, che tra il suo stato di fissezza e quello della sua piena elasticità, vi sono tutte le gradazioni degli stati di mezzo, e che quasi sempre in qualcheduno di questi stati di mezzo ella risiede nella terra e nell'acqua, ed anche nelle sostanze, che da loro sono composte; per esempio, non si potrà dubitare che l'acqua (sostanza in apparenza cotanto semplice) non contenga una certa quantità d'aria che non è nè fissa, nè elastica, ma tra la fissezza, e l'elasticità, se porrassi mente ai differenti fenomeni ch'essa ci presenta nella sua congelazione, nella ebullizione, e nella resistenza ad ogni compressione, ec. imperocchè la Fisica sperimentale ci dimostra che l'acqua è incompressibile, e che invece di cedere e rientrare in se stessa, anche quando sia sforzata dalla pressione, passa a traverso de' vasi più sodi, e più grossi. Ora, se l'aria, che vien contenuta dall'acqua in assai gran quantità, vi dimorasse nello stato di piena elasticità, l'acqua sarebbe compressibile in ragione della quantità d'aria elastica, che vi è contenuta, e che verrebbe compressa. Dunque l'aria contenuta nell'acqua non vi è semplicemente mescolata, nè vi conserva la forma elastica, ma è intimamente

te

te ad essa unita in uno stato, in cui la sua elasticità non si esercita più in maniera sensibile, quantunque non sia interamente distrutta; poichè se si esponga l'acqua alla congelazione, si vede uscire quest'aria dal suo seno, e riunirsi alla superficie sotto forma di bolle elastiche; locchè solo basterebbe a provare che l'aria non è contenuta dall' acqua nel suo stato ordinario: perchè essendo specificamente ottocento cinquanta volte più leggiera, sarebbe sforzata ad uscirne dalla sola necessità della preponderanza dell'acqua. Egli è chiaro adunque, che l'aria non è contenuta dall'acqua nel suo stato ordinario, cioè di piena elasticità, e nel medesimo tempo egli è dimostrato che questo stato, in cui ella risiede nell' acqua, non è quello della sua più grande fissezza, in cui la sua elasticità assolutamente distrutta, non possa restituirsi se non per mezzo della combustione; poichè ed il calore, ed il freddo possono egualmente ristabilirla. Basta far riscaldare, od agghiacciare l'acqua, perchè l'aria contenutavi riacquisti la sua molla, e si elevi alla superficie in bolle sensibili; e si sviluppa eziandio quando sotto il recipiente della macchina pneumatica l'acqua cessi d'esser compressa dal peso dell'atmosfera. Non abita l'aria dunque nell' acqua sotto una forma fissa: ma solamente in uno stato di mezzo, in cui può agevolmente riprendere la sua elasticità; non v'è semplicemente mescolata nell'acqua, poichè non può dimorarvi nella sua

ſua forma elaſtica; ed inoltre non vi è intimamente unita in forma fiſſa, potendoſi da eſſa ſeparare più facilmente, che da ogni altra materia.

Ma ſi potrà opporre con ragione, che il freddo e 'l caldo non hanno operato giammai nella ſteſſa maniera; e che ſe una di queſte cauſe rende nell' aria la ſua elaſticità, l' altra gliela deve diſtruggere. Io confeſſo che per l' ordinario il freddo, e il caldo producono effetti differenti: ma nella ſoſtanza particolare che noi conſideriamo, queſte due cauſe, quantunque oppoſte, producono il medeſimo effetto; locchè facilmente ſi potrà concepire, riflettendo alla coſa ſteſſa, ed ai rapporti delle ſue circoſtanze. Noi ſappiamo, che l' acqua, o gelata o bollente che ſia, nel liquefarſi, o nel raffreddarſi riacquiſta l' aria che aveva perduta; dunque il grado d' affinità dell' aria coll' acqua dipende in gran parte da quello della ſua temperie; e queſto grado nello ſtato liquido è preſſochè lo ſteſſo, che quello del calor generale della ſuperficie della terra. L' aria, colla quale eſſa ha molto d' affinità, la penetra, toſtocchè è diviſa in parti tenuiſſime, e 'l grado del calore elementare, e generale, baſta per indebolire la molla di queſte picciole parti a ſegno di renderle ſenza effetto, finchè l' acqua conſervi queſta temperie. Ma ſe il freddo la penetra, o a parlar più preciſamente, ſe queſto grado di calore neceſſario a queſto ſtato dell' aria, venga diminuito, allora la non in-

interamente distrutta elasticità si ristabilirà per mezzo del freddo, e si scorgeranno sollevarsi le bolle elastiche alla superficie dell' acqua, vicina ad agghiacciare. Se al contrario s' accresce per mezzo del calore esterno il grado della temperie dell' acqua, le parti integranti troppo si assottigliano, rendonsi volatili, e l' aria (che loro non era, che debolmente avvincolata) si solleva, e fugge con esse. Imperocchè bisogna rammentarsi, che quantunque l' acqua, presa in massa, sia incompressibile, e niente elastica, essa lo è moltissimo, assottigliata che sia, e ridotta in picciole parti; nel che non pare che sia di una natura contraria a quella dell'aria, che non è compressibile, se non in massa, e diventa inelastica, se è troppo assottigliata. Eppure l' aria, e l' acqua hanno tra loro molto più rapporti, che proprietà opposte: e siccome io sono persuasissimo, che ogni materia sia convertibile, e che i quattro elementi possano trasformarsi, sarei inclinato a credere che l' acqua può cangiarsi in aria, quando sia rarefatta a segno da sollevarsi in vapori; imperocchè l' elasticità del vapore dell' acqua è potente al par di quella dell' aria, ed anche più; e 'l prodigioso effetto di questa potenza si vede nelle trombe a fuoco, e nella terribile esplosione, che si produce, quando si lasci cadere un metallo fuso su qualche goccia di acqua. Ma se alcuno non volesse accordarmi, che l' acqua nello stato di vapore possa trasformarsi in aria, egli non potrà

almeno negarmi, che non ne abbia allora le proprietà principali.

L' esperienza mi ha insegnato ancora, che il vapore dell'acqua può trattenere ed accrescere il fuoco come l'aria ordinaria, la quale, benchè si riguardi da noi come pura, è sempre però mescolata di grandissima quantità d'acqua; ma una cosa importante da osservarsi si è, che la proporzione della mescolanza non è la stessa in questi due elementi: e in generale può dirsi che v'è molto meno d' aria nell'acqua, che d'acqua nell'aria; ma bisogna soltanto considerare, che a due unità differentissime potrebbonsi riferire i termini di questa proporzione, le quali due unità sono il volume, e la massa. Se la quantità d'aria contenuta nell'acqua si misura per lo volume, essa sembrerà nulla, non venendo da essa accresciuto affatto il volume dell' acqua; ed inoltre l'aria più o meno umida non ci sembra cangiar di volume, locchè accade solamente quando è più o meno calda. Quindi non si deve riferire al volume questa proporzione, ma alla sola massa: cioè alla quantità reale di materia, che è nell' uno, e nell'altro di questi due elementi, devesi paragonare quella della loro mescolanza, e si vedrà che l'aria è molto più *acquosa* di quello, che l'acqua sia *aerea*, forse nella proporzione della massa, cioè ottocento cinquanta volte di più. Checchè ne sia di questa stima, la quale sarà forse o troppo forte, o troppo debole, noi possiamo dedurne,

che

che l' acqua devesi più facilmente cangiare in aria, che l' aria trasmutarsi in acqua. Le parti dell'aria, quantunque suscettibili d'essere estremamente attenuate, pajono più grossolane di quelle dell' acqua; perchè queste passano a traverso di molti colatoj impenetrabili all' aria; perchè quando l' acqua è rarefatta dal calore, il suo volume, quantunque molto accresciuto, è eguale, o appena un poco più grande di quello delle parti dell'aria sulla superficie della terra; perchè i vapori dell' acqua non si sollevano nell' aria, che ad una certa altezza; e finalmente perchè l'aria sembra imbeversi d' acqua come una spugna, e contenerne una gran quantità, e il continente è necessariamente più grande del contenuto. Del resto l' aria, che così volentieri s'impregna dell' acqua, sembra che la dismetta colla medesima facilità, quando se le offrano sali, od altre sostanze, colle quali l'acqua ha anche maggiore affinità, che con l' aria. L' effetto che i Chimici chiamano *deliquio*, e quello delle *efflorescenze*, dimostrano non solamente che nell' aria si contiene una grandissima quantità d' acqua, ma ancora che quest' acqua non vi è avvincolata, che per una semplice affinità, che cede facilmente ad una affinità maggiore, e che cessa ancora d' operare senza essere combattuta, o bilanciata da alcun' altra affinità, ma per la sola rarefazione dell' aria: poichè ella si sviluppa dall' acqua, tostochè sotto il recipiente della macchina pneumatica le manchi la pres-

 sio-

ſione del peſo dell' atmosfera.

Nell' ordine della converſione degli elementi, l' acqua parmi che ſia per l'aria quello che l' aria è per lo fuoco, e che tutte le traſformazioni della Natura da queſte dipendano. L'aria ſiccome pabolo del fuoco, ſi fa a lui ſimile, anzi ſi traſforma in queſto primo elemento; e l' acqua, rarefatta dal calore, ſi traſforma in una ſpecie d' aria atta al par dell' ordinaria ad alimentare il fuoco; e quindi viene aſſicurato al fuoco un doppio mezzo di ſuſſiſtenza, perciocchè ſe conſuma molta aria, può ancora molta produrne colla rarefazione dell' acqua, e compenſare in queſta maniera nella maſſa dell' atmosfera tutta la quantità che ne diſtrugge, mentre eſſo ſteſſo ſi converte inſieme coll'aria in materia fiſſa nelle ſoſtanze terreſtri, che penetra col ſuo calore, o colla ſua luce.

E ſiccome l' acqua per mezzo della rarefazione ſi cangia in aria, o in vapori volatili al par dell'aria, così ſi converte in ſoſtanza ſoda per mezzo d' una ſpecie di condenſazione differente dalle condenſazioni ordinarie. Tutt' i fluidi ſi rarefanno col calore, e ſi condenſano col freddo, e l'acqua ſegue anch' ella queſta legge comune, e ſi condenſa a miſura che ſi raffredda. Riempiaſi d' acqua un tubo di vetro ſin a tre quarti; queſta vedraſſi diſcendere in ragione dell'aumento del freddo, e condenſarſi come ogni altro fluido; ma alquanto prima dell' iſtante della congelazione, ſi vedrà aſcendere ſopra il

il punto dei tre quarti dell' altezza del tubo, ed eziandio gonfiarvisi considerevolmente nel convertirsi in giaccio. Ma se il tubo sarà ben chiuso, e perfettamente in riposo, l'acqua continuerà sempre ad abbassarsi, e non agghiaccerà, quand' anche il freddo fosse *6*, 8, o 10 gradi sotto del grado del gelo, nè gelerà se non aprendo, o scuotendo il tubo. Pare adunque che la congelazione ci offra in maniera inversa gli stessi fenomeni dell' infiammazione. Per intenso, e per grande che sia un calore trattenuto in un vase ben chiuso, non produrrà l' infiammazione, se non toccando qualche materia infiammata; e parimente un fluido, a qualunque grado venga raffreddato, esso non agghiaccerà se non tocca qualche sostanza di già agghiacciata; locchè succede qnando si agita o s'apre il tubo; poichè allora le particelle dell'acqua agghiacciate nell'aria esterna, o nell'aria contenuta nel tubo, vanno a ferire (se questo s'apra, o s'agiti) la superficie dell' acqua, e le partecipano il loro gelo. Nell' infiammazione, l'aria dapprincipio rarefatta dal calore perde il suo volume, e immantinente si fissa; nella congelazione, l' acqua da principio condensata dal freddo, riacquista maggior volume, ed egualmente si fissa. Imperocchè il ghiaccio è una sostanza soda più leggiera dell' acqua, che conserverebbe la sua solidità, se il freddo fosse sempre lo stesso. Io sono inclinato a credere, che si verrebbe a capo di fissare il mercurio ad un minor

grado di freddo, ſublimandolo in vapori in un' aria freddiſſima; e parimente ſono d' opinione, che l' acqua che deve la ſua fluidità al calore, e che la perde ſe lo ſmarriſce, diverrebbe una ſoſtanza tanto più ſoda, e tanto meno fuſibile, quanto provaſſe più a lungo, e più forte il rigore del freddo; però ſu queſto ſoggetto importante non ſi ſono fatte baſtanti ſperienze.

Ma ſenza trattenerci di più ſopra queſta conſiderazione, cioè ſenza ammettere, o eſcludere la poſſibilità della converſione del ghiaccio in materia infuſibile, o terra fiſſa e ſoda, inoltriamoci ad inveſtigare i mezzi chè la Natura impiega nella trasformazione dell' acqua. Il più potente, e il più evidente è il feltro animale: il corpo de' teſtacei, nutrendoſi delle particelle d' acqua, ne lavora nel tempo ſteſſo la ſoſtanza a ſegno di ſnaturarla; la conchiglia è certamente una ſoſtanza terreſtre, una vera pietra, da cui tutte le pietre de' Chimici chiamate *calcaree*, e molte altre materie, traggono la loro origine. Or queſta conchiglia ſembra veramente eſſere parte coſtitutiva dell' animale, che copre; poichè ſi perpetua colla generazione, e ſi vede tanto nelle picciole conchiglie che naſcono, quanto in quelle che hanno già acquiſtato tutto il loro accreſcimento. Queſta nondimeno è una ſoſtanza terreſtre formata dalla ſecrezione, ò traſudamento del corpo dell' animale; poichè noi la vediamo ingrandirſi e farſi ſoda ad anelli, e a ſtrati a miſura

che

che cresce; e sovente questa materia pietrosa eccede cinquanta, o sessanta volte la massa, o materia reale del corpo dell' animale che la produce. Richiamisi per un momento alla mente il numero delle specie di questi animali a conchiglia, o per comprenderli tutti, degli animali a trasudamento pietroso, de' quali forse se ne ritrova in mare un maggior numero, che non è sulla terra il numero delle specie d' insetti; indi si ponga mente al pronto loro accrescimento, alla moltiplicazione prodigiosa, alla poca durata della lor vita, di cui però noi supporremo il termine medio a dieci anni (7); si consideri poscia, che per formarsi un' idea di tutta la materia pietrosa, prodotta in dieci anni, bisogna moltiplicare per cinquanta, o sessanta il numero pressochè immenso di tutti gl' individui di questo genere; e finalmente si rifletta che questo cumolo già così grosso di materie pietrose, dev' esser accresciuto d' al-

(7) La vita più lunga delle chiocciole, o lumaconi terrestri arriva fino alli quattordici anni, onde v' ha luogo a presumere che le grosse conchiglie di mare vivano più a lungo; e che le piccole, e le piccolissime, quali sono quelle, dalle quali deriva il corallo, e tutte le madrepore, vivano assai meno: e per questa ragione, io ho fissato ai dieci anni il termine di mezzo.

trettanti simili cumoli, quante volte v' entra il dieci in tutt' i secoli, che sono scorsi dall' incominciamento del Mondo, e ci addimesticheremo con quest' idea, o piuttosto con questa verità a prima giunta strana assai, che tutte le nostre colline, tutte le nostre rupi di pietra calcarea, di marmo, di creta, ec. originariamente non provengano che dalle spoglie di questi piccioli animali. Di ciò non potremo dubitare in vista delle materie stesse, che tutte contengono ancora delle conchiglie, o de' frammenti di conchiglie facilissimamente riconoscibili.

Le pietre calcaree non sono dunque per la più gran parte, che acqua, ed aria contenuta nell'acqua, trasformate per mezzo del feltro animale; e siccome i sali, i bitumi, gli oli, e i grassi del mare per poco o *nulla* entrano nella composizione della conchiglia, così la pietra calcarea non contiene alcuna di quelle materie, altra essa non essendo se non acqua trasformata, congiunta a qualche picciola porzione di terra vetrificibile, e ad una grandissima quantità d' aria fissa, che da essa si sviluppa per mezzo della calcinazione. Questa operazione produce i medesimi effetti sulle conchiglie di mare, che sulle pietre che si traggon dalle cave; perchè elleno convertonsi egualmente in calce, *nella* quale non si osserva altra differenza di quella infuori d'un po' più, o un po' meno di qualità; poichè la calce fatta dalle squame d' ostrica, o d' altre conchiglie, è più debole

le della calce fatta dal marmo, o dalle pietre dure: tuttavia però il procedere della Natura è lo ſteſſo, i riſultati delle ſue operazioni ſono i medeſimi, e le conchiglie, e le pietre perdono egualmente per l' azion del fuoco nella calcinazione quaſi la metà del loro peſo. L' acqua che ha ritenuta la ſua natura, n' eſce la prima, dopo la quale l' aria fiſſa ſi ſviluppa, ed in appreſſo l' acqua fiſſa (di cui ſono compoſte queſte ſoſtanze pietroſe) riacquiſta la primiera natura, e ſollevaſi in vapori ſpinti e rarefatti dal fuoco, e non reſtano che le parti più fiſſe di queſt'aria e di queſt' acqua forſe talmente congiunte tra loro, ed alla picciola quantità di terra fiſſa della pietra, che il fuoco non può ſepararle. La maſſa ſi trova diminuita quaſi della metà, e ſi ridurrebbe forſe anche a meno, ſe ſi tormentaſſe con fuoco più violento. E ciò che ſembra provare ad evidenza, che queſta materia dal fuoco ſcacciata fuori della pietra, altro non ſia che aria ed acqua, ſi è la rapidità, e l' avidità, con cui queſta pietra calcinata riaſſume l' acqua che ſe le preſenta, e la forza, colla quale l' attrae dall'atmoſfera, quando le venga negata. La calce, per la ſua eſtinzione o nell' aria, o nell' acqua, acquiſta in gran parte la maſſa perduta nella calcinazione; e quando l' acqua coll' aria che contiene, compenſa l' acqua e l'aria, che la pietra precedentemente conteneva, eſſa riprende la ſua prima natura: poichè meſcolando la ſua calce co' frammenti d'altre pie-

tre, si viene a formare un cemento, che coll'andar del tempo s'indurisce, e diventa una sostanza soda e pietrosa, come quelle di cui è stata composta.

Dopo ciò non credo che dubitar si possa della trasformazione dell'acqua in terra, o in pietra per mezzo delle conchiglie. Ecco dunque da una parte tutte le materie calcaree, l'origine delle quali deve riferirsi agli animali; e dall'altra tutte le materie combustibili, che non provengono che dalle sostanze animali o vegetabili. Esse occupano insieme uno spazio assai ampio della superficie della terra, e noi dal loro volume immenso possiamo giudicare, quanto la Natura viva abbia travagliato per la Natura morta, giacchè quì l'inerte non è che il morto.

Ma le materie calcaree, e le sostanze combustibili, per quanto grande ne sia il numero, ed immenso ci paja il volume, non formano che una picciolissima porzione del globo della terra, il cui fondo principale, e la cui maggiore, anzi massima quantità consiste in una materia della natura del vetro, materia, che devesi riguardare come l'elemento terrestre, ad esclusione di tutte le altre sostanze, alle quali essa come terra, serve di base, quando si formano o pel mezzo degli animali, o dai frammenti degli animali, de' vegetabili, o per la trasformazione degli altri elementi. Questa materia prima, ch'è la vera terra elementare, non solo serve di base a tutte le altre sostanze, e ne costituisce le parti fisse

ma

ma nel tempo ſteſſo è il termine ulteriore, al quale ſi poſſon tutte ricondurre, e ridurre. Prima d'eſporre i mezzi, de' quali la Natura, e l'arte poſſono valerſi per queſta ſpecie di riduzione di tutte le ſoſtanze in vetro, cioè in terra elementare, giova di ricercare, ſe i mezzi da noi indicati ſiano i ſoli, per li quali l'acqua poſſa convertirſi in ſoſtanza ſoda. Sembrami, che ſiccome il feltro animale la converte in pietra, così pure il feltro vegetabile poſſa trasformarla quando vi ſiano le medeſime circoſtanze; poichè eſſendo il calore degli animali teſtacei maggiore di quello de' vegetabili, ed eſſendo gli organi della vita più potenti di quelli della vegetazione, il vegetabile non potrà produrre che una picciola quantità di pietre, le quali ſi trovan ſovente nel ſuo frutto: può però convertire, e realmente converte in ſoſtanza propria una gran quantità d'aria, ed una anche maggiore quantità d'acqua; poichè la terra fiſſa, che s'appropria, e che ſerve di baſe a queſti due elementi, è in una quantità così piccola, che noi poſſiamo aſſicurarci (ſenza timore di sbagliare) che non arrivi a coſtituire la centeſima parte della ſua maſſa; e quindi il vegetabile è quaſi tutto compoſto d'aria, e d'acqua trasformata in legno, ſoſtanza ſoda, che in appreſſo per mezzo della combuſtione o della putrefazione ſi riduce a terra. Lo ſteſſo deve dirſi degli animali, i quali non ſolamente fiſſano, e trasformano l'aria, e l'acqua, ma anche il fuoco, ed in mag-

gior quantità che non fanno i vegetabili. Parmi adunque, che le funzioni de' corpi organizzati siano uno de' più potenti mezzi, che la Natura impiega per la conversione degli elementi. Ciascun animale, o vegetabile può riguardarsi come un piccol centro particolare di calore, o di fuoco che s'appropria l'aria, e l'acqua, che lo circondano, se le assimila per vegetare, o per nutrirsi, e vivere delle produzioni della terra, le quali non sono esse medesime, se non aria ed acqua già prima fissate. Egli nello stesso tempo s'appropria una piccola quantità di terra, e ricevendo le impressioni della luce, e quelle del calor del Sole, e del globo terrestre, muta tutti questi diversi elementi in sostanza propria, li lavora, li combina, li riunisce, e li contrappone finchè abbiano sortita la forma necessaria al suo sviluppo, cioè a dire alla conservazione della vita, ed all'accrescimento dell'organizzazione, la cui impronta data una volta, modella tutta la materia che ammette, e da inerte ch'era, la rende organizzata.

L'acqua, che tanto volentieri s'unisce coll'aria, e che con essa entra in tanti corpi organizzati, s'unisce pure a preferenza con alcune materie sode, come i sali, e bene spesso col mezzo di essi entra nella composizione de' minerali. Il sale a prima vista par che non sia, che una terra solubile nell'acqua, e di sapor piccante: ma i Chimici nell' indagarne la natura, hanno benissimo riconosciu-

ſciuto, che queſta conſiſte principalmente nella riunione di quei principj, ch' eglino chiamano il *principio terreſtre*, e il *principio acquoſo*; e l'eſperienza dell' acido nitroſo, che dopo la combuſtione non laſcia che un poco di terra, e d' acqua, ha loro fatto penſare, che queſto ſale, e forſe anche tutti gli altri, non foſſero aſſolutamente compoſti, che di queſti due elementi. Tuttavia parmi, che poſſa facilmente dimoſtrarſi, che l' aria e il fuoco entrano nella loro compoſizione; concioſſiachè il nitro nella combuſtione produce una gran quantità d' aria, e queſt' aria fiſſa ſuppone un fuoco fiſſo, che nel tempo medeſimo ſi ſviluppi; e oltracciò tutte le ſpiegazioni che ſi danno della ſoluzione, non poſſono ſoſtenerſi ſenz' ammettere due forze oppoſte, l' una attrattiva, e l'altra eſpanſiva, e per conſeguenza la preſenza degli elementi dell' aria, e del fuoco, i quali ſoli ſono dotati di queſta ſeconda forza; e finalmente perchè ſarebbe contro ogni analogia, che il ſale ſi trovaſſe compoſto di due ſoli elementi, della terra, e dell'acqua, mentre tutte le altre ſoſtanze ſono compoſte di quattro. Quindi quanto fu detto ſu ciò dai Signori Stahl, e Macquer, dottiſſimi Chimici, non deveſi prendere ſtrettamente, dimoſtrandoci le eſperienze del Sig. Hales, che il vitriuolo, ed il ſalmarino contengono molt' aria fiſſa, che il nitro ne abbonda di più, e fino ad uguagliare l'ottava parte del ſuo peſo, ed il ſal di tartaro anche più. Poſſiamo

mo dunque asserire con fondamento, che l' aria entra come principio nella composizione di tutt' i sali, e siccome non può fissarsi in sostanza veruna, senza il soccorso del calore, o del fuoco, che nel medesimo tempo si fissino: debbono anche questi contarsi nel numero delle loro parti costituenti. Questo per altro non impedisce, che il sale debba essere considerato come una sostanza media tra la terra, e l' acqua; questi due elementi entrano in proporzione differente ne' diversi sali o sostanze saline, la varietà e il numero delle quali è così grande, che non si possono noverare: ma che però presentate generalmente sotto le denominazioni d' acidi, e d' alcalini ci dimostrano in generale esservi più terra, e meno acqua negli ultimi sali, ed all' opposto meno terra e più acqua nei primi.

Nondimeno l' acqua, intimamente mescolata ne' sali, non vi è fissata, nè unita da una forza sì grande, che basti a trasformarla in materia soda, siccome accade nella pietra calcarea; ma risiede nel sale, o nel suo acido sotto la sua forma primiera; e l' acido il meglio concentrato, e più spogliato d'acqua, che quì risguardar potrebbesi come terra liquida, non deve questa sua liquidità, se non alla quantità di aria, e di fuoco che contiene; imperocchè ogni liquidità, ed anche ogni fluidità, suppone la presenza di una certa quantità di fuoco; e quando si attribuisse la fluidità degli acidi ad un resto d' acqua non separabile, e quando anche potes-

tessero tutti ridursi ad una forma concreta, non sarebbe perciò men vero, che i loro sapori, come ancora gli odori, ed i colori, abbian tutti per principio egualmente quello della forza espansiva, cioè la luce, e le emanazioni del calore, e del fuoco. Imperocchè questi principj attivi sono quei soli, che possono agire su i nostri sensi, e farvi impressione in maniera differente, e diversificata secondo i vapori, o le particelle delle differenti sostanze, che ci recano, e presentano; e quindi è, che a siffatti principj devesi riferire non solamente la liquidità degli acidi, ma pur anche il loro sapore. Una sperienza che ho avuto occasione di fare parecchie volte, mi ha pienamente convinto, che l'alcali è prodotto dal fuoco. La calce fatta nella maniera ordinaria, posta sulla lingua prima d'essere stata estinta dall'aria, o dall'acqua, ha un sapore che indica già la presenza di una certa quantità d'alcali. Se si continua il fuoco, soffrendo questa calce una più lunga calcinazione, diventa più mordace sulla lingua, e quella, che si cava da' fornelli delle fucine del ferro, nelle quali la calcinazione dura per cinque o sei mesi in fila, lo è anche più. Ora, questo sale non era contenuto prima della calcinazione nella pietra, ed accresce in vigore e quantità, a misura che il fuoco è applicato alla pietra più violentemente, e più a lungo. Esso è dunque il prodotto immediato del fuoco e dell'aria, che sonosi incorporati nella sua sostan-

ſtanza nel tempo della calcinazione, i quali per queſto mezzo ſono diventate parti fiſſe di queſta pietra, dalla quale hanno ſcacciata la maggior parte delle molecole d'acqua liquide e ſode, che prima conteneva. Queſto ſolo parmi che baſti per decidere, che il fuoco è il principio della formazione dell'alcali minerale, e per analogia deveſi quindi conchiudere, che gli altri alcali devono ugualmente la loro formazione al calor coſtante dell'animale, e del vegetabile da' quali ſi eſtraggono.

Per riguardo agli acidi, la dimoſtrazione della loro formazione per mezzo del fuoco e dell'aria fiſſa, quantunque meno immediata, non mi ſembra però men certa. Abbiamo provato, che il nitro ed il fosforo traggono la loro origine dalle materie vegetabili ed animali, e che il vitriuolo trae la ſua dalle piriti, da' ſolfi, e da altre materie combuſtibili: ſappiamo inoltre, che queſti acidi o vitriolici, o nitroſi, o fosforici che ſieno, contengono ſempre una certa quantità d' alcali: onde deveſi riferire la loro formazione, e 'l loro ſapore al medeſimo principio: e riducendo tutti gli acidi ad un ſolo acido, e tutti gli alcali ad un ſolo alcali, tutt' i ſali debbonſi ricondurre ad un' origine comune, e riguardare i loro ſapori diverſi, e le proprietà particolari e differenti, come il vario prodotto delle varie quantità di terra, d'acqua, e principalmente d'aria e fuoco fiſſi, che ſono entrate nella loro compoſizione.

Quel-

Quelli che conterranno maggior copia di questi principj attivi d'aria, e fuoco, avranno maggior potenza, e più sapore. Io intendo per potenza la forza, dalla quale sembrano a noi animati i sali per disciogliere le altre sostanze. Si sa, che la soluzione suppone la fluidità: ch' ella non s' opera mai tra due materie secche o sode, e che per conseguenza suppone altresì nel dissolvente il principio della fluidità, cioè il fuoco; dunque la potenza del dissolvente sarà tanto maggiore, quanto da una parte conterrà maggior copia di questo principio attivo, e dall' altra, quanta maggiore affinità avranno le sue parti acquose, e terrestri colle parti della medesima specie contenute nelle sostanze da disciogliersi; e siccome i gradi d' affinità dipendono assolutamente dalla figura delle parti integranti de' corpi, debbon essi variare all' infinito, siccome variano le figure. Non dobbiamo quindi rimaner sorpresi della maggiore, minore, o nessuna azione di certi sali sopra alcune sostanze, nè degli effetti contrarj d' altri sali su d' altre sostanze; imperciocchè il loro principio è il medesimo, e la potenza dissolvente è la stessa: ma essa rimane senz' effetto, quando la sostanza che le si presenta, rispinga quella del dissolvente, o non abbia con essa grado alcuno d' affinità: e per lo contrario avidamente vi si unisce, quando si trovi aver tanta forza d' affinità, che basti a vincere la forza di coerenza, vale a dire, tutte le volte che i principj attivi con-

te-

tenuti nel diſſolvente, ſotto forma d'aria o di fuoco, vengono attratti a diſſolverſi più efficacemente dalla ſoſtanza, che dalla terra e dall'acqua, che contengono. Conciofſiachè allora queſti principj attivi ſi ſeparano, ſi ſviluppano, e penetrano la ſoſtanza che dividono e ſcompongono a ſegno di renderla (per mezzo di queſta diviſione) ſuſcettibile d'ubbidire liberamente a tutte le forze attrattive della terra, e dell'acqua contenute nel diſſolvente, ed unirſi con eſſe così intimamente da non poter eſſerne ſeparate che per mezzo d'altre ſoſtanze, che abbiano con queſto diſſolvente medeſimo un grado d'affinità anche maggiore. Newton fu il primo, che aſſegnò per cauſa delle precipitazioni chimiche le affinità; e Stalh, adottando queſt' idea, l' ha traſmeſſa a tutt' i Chimici, e la quale ſembra oggidì univerſalmente ricevuta come una verità, di cui non ſi poſſa affatto dubitare. Ma e Newton, e Stalh ſollevati non ſi ſono al ſegno di vedere, che tutte queſte affinità in apparenza così differenti tra loro, non ſono in realtà poi altro, che gli effetti particolari della forza generale dell'attrazione univerſale, e per mancanza di queſta cognizione la loro teoria non poteva eſſere nè luminoſa, nè completa: poichè eglino eran coſtretti a ſupporre tante picciole leggi d'affinità differenti, quanti differenti fenomeni s' oſſervavano; quandochè realmente non v' ha che una ſola legge d'affinità, legge ch' è eſattamente la medeſima che quella dell' attrazio-

zio-

zione univerſale, e dalla quale per conſeguenza, come ſola ed unica cauſa, deveſi dedurre la ſpiegazione di tutt' i fenomeni.

I ſali dunque concorrono a molte operazioni della Natura colla potenza che hanno di diſciogliere le altre ſoſtanze; perciocchè, quantunque ſi dica volgarmente che l' acqua ſcioglie il ſale, ſi comprende però facilmente eſſer queſto un' errore d' eſpreſſione, nato dal chiamarſi comunemente il liquido il *diſſolvente*; e il ſolido, i *corpi da diſcioglierſi*. Ma in realtà quando vi ha ſoluzione, tutti due i corpi ſono attivi, ed ugualmente poſſono chiamarſi *diſſolventi*; e conſiderando il ſale come diſſolvente, il corpo diſciolto può eſſere indifferentemente o liquido, o ſodo; e purchè le parti del ſale ſieno ſeparate abbaſtanza per toccare immediatamente quelle delle altre ſoſtanze, opereranno, e produrranno tutti gli effetti della diſſoluzione. Da ciò ſi ſcorge quanto l' azione propria de' ſali, e quella dell' elemento dell' acqua, che li contiene, influir debbano ſulla compoſizione delle materie minerali. La Natura con queſto mezzo può produrre tutto ciò, che le noſtre arti producono col mezzo del fuoco: e non ha biſogno che di tempo, perchè i ſali e l' acqua operino ſulle ſoſtanze più fitte, e più dure la più completa diviſione, e la più grande attenuazione delle loro parti: la qual coſa li rende allora ſuſcettibili di tutte le combinazioni poſſibili, e capaci d' unirſi con tutte le ſoſtanze analoghe, e ſepararſi da tutte

te le altre. Ma questo tempo, ch'è un nulla per la Natura, e che a lei non manca, è però tra tutte le cose necessarie quella, che più manca a noi. Solo per mancanza di tempo noi non possiam imitare la natura nella sua maniera d'agire, e seguirne le tracce; la più grande delle nostre arti sarebbe dunque quella d'accorciar il tempo, cioè di fare in un giorno ciò ch'ella fa in un secolo; e per vana che sembri questa pretensione, non bisogna trasandarla: perchè quantunque noi veramente non abbiamo nè le gran forze, nè il tempo ancor più grande che ha la Natura, abbiamo però superiormente a lei la libertà d'impiegarle a nostro piacere: e la nostra volontà è una forza, che diretta con senno comanda a tutte le altre. Di fatti non siam venuti a capo di creare per nostro uso l'elemento del fuoco, che la Natura ci aveva nascosto? Non l'abbiam cavato da' raggi, dei quali ella forniti non ci aveva che per illuminarci? Non abbiamo con questo medesimo elemento trovata la maniera d'abbreviar il tempo, attenuando i corpi per mezzo d'una fusione tanto pronta, quanto con altri mezzi lenta ne sarebbe stata la loro divisione? ec.

Ma questo non deve farci perder di vista che la Natura non possa ben fare, e veramente non faccia, per mezzo dell'acqua, tutto quello che noi facciamo col fuoco. Per chiarircene evidentemente bisogna considerare, che la scomposizione di qualsivoglia sostan-

ſtanza, non potendo ottenerſi che per la diviſione, quanto più ſarà grande queſta diviſione, tanto più completa ſarà la compoſizione; e quantunque il fuoco par che attenui, quanto è poſſibile, le materie che fonde, pure ſi può dubitare, ſe quelle che l'acqua, e gli acidi tengono in diſſoluzione, non ſiano ancora più attenuate, e i vapori, che ſolleva il calore, non contengano eglino materie ancora più attenuate? Si fà dunque nel ſeno della terra per mezzo del calore, che racchiude, e dell'acqua, che vi s'inſinua, un'infinità di ſublimazioni, di diſtillazioni, di criſtallizzazioni, di aggregazioni, e ſcompoſizioni d'ogni ſpecie. Tutte le ſoſtanze poſſono col tempo eſſere compoſte, e ſcompoſte con queſto mezzo, e l'acqua può dividerle, ed attenuarne le parti tanto, ed anche più, che il fuoco che lo fonde; e queſte parti a tal ſegno attenuate, e diviſe s'avvicineranno, ſi riuniranno nella ſteſſa maniera, che le parti del metallo fuſo ſi riuniſcono nel raffreddarſi, ec. Per maggior chiarezza fermiamoci alquanto ſulla criſtallizzazione. Queſt' effetto, di cui i ſali ci hanno dato l'idea, non ſi opera mai, ſe non quando una ſoſtanza eſſendo sbrigata da ogni altra, ſi ritrova eſtremamente attenuata, e ſoſtenuta da un fluido, che non avendo con eſſa che poco o niuna affinità, le concede di riunirſi, e di formare, in virtù della ſua forza d'attrazione, maſſe d'una figura a un di preſſo ſimile a quella delle ſue parti primi-

ti-

tive. Questa operazione, la quale suppone tutte le circostanze poc'anzi annunziate, può farsi per mezzo del fuoco egualmente bene, che per quello dell'acqua, e s'ottiene anche spessissime volte pel concorso di tutti due: poichè tutto ciò non suppone, o non esige che una divisione sufficientemente grande della materia, acciocchè le sue parti primitive possano, per così dire, sceglierst, e formare col riunirsi, corpi figurati come esse. Ora il fuoco può ridurre egualmente bene molte sostanze a questo stato, ed anche meglio d'ogni altro dissolvente, come l'osservazione lo dimostra ne' regoli, negli amianti, ne' bassalti, ed in altre produzioni del fuoco, le cui figure sono regolari, e tutte risguardar si debbono come vere cristallizzazioni.

Ma questo grado di divisione grande, necessario alla cristallizzazione, non è ancora quello della maggior divisione possibile, nè reale; poichè in questo stato le piccole parti della materia sono ancora sufficientemente grosse per costituire una massa, la quale, siccome tutte le altre masse, non ubbidisce che alla sola forza attrattiva, i cui volumi non toccandosi che per punti, non possono acquistare la forza ripulsiva, la quale da una divisione molto maggiore otterrebbesi per un contatto più immediato; e ciò accade nelle effervescenze, nelle quali in un subito dalla mescolanza di due liquori freddi vengono prodotti il calore, e la luce. In tal caso il grado di divisione della materia è superiore assai

ſai al grado neceſſario per la criſtallizzazione, e l'operazione ſi fa tanto rapidamente, quanto più lentamente l'altra s'eſeguiſce.

La luce, il calore, il fuoco, l'aria, l'acqua, e i ſali ſono i gradi, per li quali noi ſiamo diſceſi dall'alto della ſcala della Natura alla ſua baſe, ch'è la terra fiſſa. Queſti ſono altresì i ſoli principj da ammetterſi e combinarſi per la ſpiegazione di tutt'i fenomeni. Queſti principj ſono reali, indipendenti da ogni ipoteſi, e da ogni metodo: e la loro converſione e trasformazione è parimente reale, perchè è dimoſtrata dall'eſperienza. Lo ſteſſo accade dell'elemento della terra, il quale può convertirſi volatilizzandoſi, e prendere la forma degli altri elementi, come queſti la ſua fiſſandoſi. Ma ſiccome le parti primitive del fuoco, dell'aria, o dell'acqua, eſſendo ſole, non formeranno giammai corpi o maſſe, che riſguardar ſi poſſano come fuoco, aria, o acqua pura: così mi ſembra inutile il cercare fralle materie terreſtri una ſoſtanza di terra pura. La fiſſezza, l'omogeneità, il diafano ſplendore del diamante hanno abbagliato gli occhj de'noſtri Chimici, quando ſpacciarono queſta pietra per la terra elementare, e pura; e con fondamento egualmente debole potrebbeſi dire, ch'è l'acqua pura, le cui parti tutte ſonoſi fiſſate per comporre una ſoſtanza ſoda, e diafana com'eſſa. Ma ſe ſi foſſe riflettuto, che l'elemento terreſtre non ha più che gli altri elementi il privilegio della ſemplicità aſſoluta,

ta,

ta, che essendo il più fisso di tutti, e perciò il più costantemente passivo, riceve come base tutte le impressioni degli altri, gli attrae, gli ammette nel suo seno, s' unisce, e s' incorpora con esso loro, li segue, e trasportare si lascia dal loro movimento, e per conseguenza non è il più semplice, nè il meno convertibile degli altri, queste idee non si sarebbero avanzate. Le sole masse grandi son quelle, che debbonsi considerare quando si vuol definir la Natura; i quattro elementi sono stati benissimo conosciuti da' Filosofi anche più antichi; ma il Sole, l'atmosfera, il mare, e la terra sono le masse grandi, sulle quali essi gli stabilirono. Se esistesse un astro di flogisto, un' atmosfera d' alcali, un' oceano d' acido, e montagne di diamante, questi allora potrebbonsi risguardare come i principj generali, e reali di tutt' i corpi; quelli però non sono che sostanze particolari, prodotte come tutte le altre, dalla combinazione de' veri elementi.

Nella gran massa di materia soda, che l' elemento della terra ci rappresenta, lo strato superficiale è la terra meno pura; tutte poi le materie deposte dal mare in forma di sedimento, le pietre tutte, prodotte dai testacei, tutte le sostanze composte dalla combinazione dei frammenti del regno animale, e vegetabile, tutte quelle alterate dal fuoco dei vulcani, o sublimate dall' interno calore del globo, sono sostanze miste e trasformate; e quantunque compongano masse grandif-

dissime, non ci offrono però l'elemento della terra abbastanza puro. Le materie vetriscibili, la massa delle quali è mille, e centomila volte più considerevole di quella di tutte le altre sostanze, debbono esser risguardate come il vero fondo di quest' elemento; essendo esse nel medesimo tempo quelle che vengono composte dalla terra più fissa, quelle che sono le più antiche, e però meno alterate, e quelle dal cui fondo comune tutte le altre sostanze han ricevuta la base della loro solidità. Imperciocchè ogni materia fissa, scomposta quanto può esserlo, si riduce ulteriormente in vetro per la sola azione del fuoco: e riacquista la prima sua natura, quando da essa si separino le materie fluide, o volatili che unite vi stavano; e questo vetro, o materia vitrea, che compone la massa del nostro globo, tanto meglio rappresenta l'elemento della terra, quanto è privo di colore, di odore, sapore, liquidità, e fluidità, quantità tutte che derivano dagli altri elementi, ai quali appartengono.

Se il vetro non è precisamente l'elemento della terra, ne è almeno la sostanza più antica; perchè i metalli sono più recenti e men mobili; e la maggior parte degli altri minerali si forman sotto i nostri occhj; nè la Natura produce più vetri, se non nelle fucine particolari de' suoi vulcani, mentre che ogni giorno essa forma le altre sostanze per mezzo della combinazione del vetro stesso cogli altri elementi. Se noi vogliam for-

marci una giusta idea del procedere della Natura nella formazione del globo, che a noi si dimostra come fusse stato una volta fuso e liquefatto dal fuoco: e se in appresso vogliamo considerare, che da questo grado di calore immenso è passato successivamente a quello del calor suo attuale, e che nei primi momenti, in cui la sua superficie ha incominciato a prendere qualche consistenza, dovean formarsi alcune ineguaglità, quali noi le vediamo sulla superficie delle materie fuse, e raffreddate: e che le più alte montagne tutte composte di materie vetrificibili, esistono, e riconoscono per epoca questo momento, il quale è altresì l'epoca della separazione delle gran masse dell' aria, dell' acqua, e della terra: e che indi durante il lungo spazio di tempo che suppone il raffreddamento, o anche la diminuzione del calore del globo al segno della temperie attuale, in queste medesime montagne, le quali erano le parti più esposte all' azione delle cause esteriori, si è fatta un' infinità di fusioni, di sublimazioni, d' aggregazioni, e di trasformazioni d' ogni specie per mezzo del fuoco della terra combinato col calore del Sole, e con tutte quelle altre cause, che questo gran calore rendeva più attive, che non lo sono al dì d'oggi; e che per conseguenza a questa data appunto devesi riferire la formazione dei metalli, e dei minerali, che noi troviamo in gran masse, ed in vene grosse, e continuate. Il fuoco violento della ter-

ra abbruciata dopo aver sollevato, e ridottò in vapori quanto era volatile, e discacciato dal suo interno le materie componenti l' atmosfera, e i mari, ha dovuto nel tempo stesso sublimare tutte le parti men fisse della terra, sollevarle, e deporle in tutti gli spazj vuoti, e in tutte le fenditure che andavan formandosi sulla superficie a misura che raffreddava. Ecco l' origine, e la gradazione delle coste del mare, e della formazione delle materie vetrificabili, le quali tutte formano l' ossatura delle montagne più grandi, e racchiudono nelle loro fenditure tutte le miniere de' metalli, e delle altre materie, che il fuoco ha potuto attenuare, fondere, e sublimare. Dopo questo primo stabilimento ancor sussistente di materie vetrificabili, e di miniere in gran massa, che attribuir non si possono, se non all' azione del fuoco, l' acqua che fin' allora non formava coll'aria che un vasto volume di vapori, cominciò ad acquistare lo stato suo attuale, tostochè la superficie del globo fu raffreddata bastantemente per non rispingerla, e dissiparla in vapori; essa si riunì dunque, e coprì la più gran parte della superficie terrestre, sulla quale agitata dall' azione de' venti, e del calore trovandosi in un movimento continuo di flusso e riflusso, cominciò ad agire sulle opere del fuoco, alterò a poco a poco la superficie delle materie vetrificabili, ne trasportò dei pezzi, e li depose in forma di sedimento, ed avendo potuto servir di nutrimento ai Te-

 sta-

ſtacei, dalle loro ſpoglie ammaſſate produſſe le pietre calcaree, e ne formò colline e montagne, le quali diſſeccandoſi in appreſſo, han ricevute nelle loro fenditure tutte le materie minerali, che dall'acqua vi potevan eſſer diſciolte, o traſportate.

Per iſtabilire una teoria generale ſulla formazione de' minerali, biſogna cominciare dal diſtinguere colla maggior attenzione, 1.o quelli, che ſono ſtati prodotti dal fuoco primitivo della terra, quando bruciava ancora di calore; 2.o quelli, che formati furono dagli ſminuzzamenti de' primi per mezzo dell'acqua; e in terzo luogo quelli che han patito per la ſeconda volta l' azione del calor violento o ne' vulcani, o in altri incendj poſteriori al fuoco primitivo. Queſti tre oggetti ſono diſtintiſſimi, e comprendono tutto il regno minerale, ſicchè non perdendoli di viſta, e riferendo ad eſſi qualſiſia ſoſtanza minerale, non ſi correrà riſchio d' ingannarſi ſull' origine, ed anche ſui gradi della loro formazione. Tutte poi le miniere, che nelle noſtre alte montagne ſi ritrovano in maſſe, o in groſſe vene, debbonſi riferire alla ſublimazione del fuoco primitivo: laddove tutte quelle che trovanſi in picciole ramificazioni, in fili, in vegetazioni, ſono ſtate formate dallo ſminuzzamento delle prime, e rapite dallo ſcolo delle acque. Si ſcorge ciò evidentemente, paragonando, per eſempio, la materia delle miniere di ferro di Svezia con quella delle miniere di ferro in grana; queſte ſono l'ope-

l' opera immediata dell' acqua, e noi le veggiamo formarsi sotto i nostri occhi; e non vengon attratte affatto dalla calamita, nulla contengono di solfo, nè si trovano, se non disperse nelle terre; le altre sono tutte più o meno sulfuree, e tutte capaci d' essere attratte dalla calamita, locchè suppone che abbian sofferto l' azione del fuoco; in oltre sono disposte in gran masse dure, e sode, e la loro sostanza è frammischiata d' una quantità grande di asbeste, ch' è un altro indizio dell' azione del fuoco. Lo stesso è degli altri metalli: il lor antico fondo viene dal fuoco, e tutte le loro gran masse sono state riunite dalla sua azione; ma tutte però le loro cristallizzazioni, vegetazioni, granulazioni, ec. debbonsi a cause secondarie, nelle quali l'acqua ha la maggior parte. Io quì metto un limite alle mie riflessioni sulla conversione degli elementi, per non anticipare quelle che da ciascuna sostanza minerale s' esigono in particolare, le quali saranno meglio collocate nell' articolo della Storia Naturale de' minerali.

RIFLESSIONI

Sulla legge dell' Attrazione.

IL movimento de' pianeti nelle loro orbite è un movimento composto di due forze: la prima è una forza di projezione, il cui effetto si eserciterebbe nella tangente dell' orbita, se l'effetto continuo della seconda cessasse un momento. Questa seconda forza tende verso il Sole, e pel suo effetto precipiterebbe i pianeti verso il Sole medesimo, se la prima forza dal suo canto pure per un momento cessasse.

La prima di queste forze può considerarsi come un' impulsione, il cui effetto uniforme, e costante è stato comunicato ai pianeti fin dalla formazione del sistema planetario; e la seconda può considerarsi come un' attrazione verso il Sole, e si deve misurare, come tutte le qualità che partono da un centro, per la ragione inversa del quadrato della distanza, siccome di fatti si misurano le quantità di luce, di odore, ec., e tutte le altre quantità, o qualità che si propagano in linea retta, e si portano ad un centro. Or egli è certo, che l'attrazione si propaga in linea retta, poichè nulla v'è più retto di un piombino, il quale perpendicolarmente cadendo sulla superficie della terra, tende diret-

tamente al centro della forza , e pochiſſimo s' allontana dalla direzione del raggio al centro Si può dunque conchiudere, che la legge dell' attrazione dev' eſſere la ragione inverſa del quadrato della diſtanza, unicamente perchè eſſa parte da un centro, oppure vi tende , ciò che ſignifica lo ſteſſo.

Ma ſiccome queſto ragionamento preliminare , quantunque io lo reputi ben fondato, poteva eſſere contraddetto da coloro che fanno poco caſo delle analogie, e non ſi vogliono arrendere, ſe non a dimoſtrazioni matematiche : perciò Nevvton ha creduto, che molto meglio ſarebbe ſtato lo ſtabilire la legge dell' attrazione per gli ſteſſi fenomeni, che per altra via ; ed in fatti ha geometricamente dimoſtrato, che ſe parecchj corpi ſi muovono in circoli concentrici, e che i quadrati dei tempi delle loro rivoluzioni ſieno come i cubi delle loro diſtanze al loro comun centro, le forze centripete di queſti corpi ſono reciprocamente come i quadrati delle diſtanze; e che ſe i corpi ſi muovono in orbite poco differenti dal circolo, queſte forze ſono pure reciprocamente, come i quadrati delle diſtanze, purchè gli apſidi di queſte orbite ſieno immobili. Quindi le forze, colle quali i pianeti tendono ai centri, o ai fuochi delle lor orbite, ſeguono realmente la legge del quadrato della diſtanza; ed eſſendo generale ed univerſale la gravitazione, la ſua legge è coſtantemente quella della ragione inverſa del quadrato della diſtanza; ed io non credo ,

che alcuno dubiti della legge di Keplero, e che negar possa, che quella sia la stessa per Mercurio, per Giove, e per Saturno, sopratutto considerandoli separatamente, e come impotenti a disturbarsi l'un coll'altro, e non riflettendo che al loro movimento intorno al Sole.

Ogni qualvolta dunque non si considererà che un pianeta, o satellite moventesi nella sua orbita attorno al Sole, o ad un'altro pianeta, o che non si avranno che due corpi amendue in moto, o l'uno de' quali sia in riposo, l'altro in movimento, si potrà esser sicuro che la legge dell'attrazione segua esattamente la ragione inversa del quadrato della distanza; poichè per tutte le osservazioni la legge di Keplero trovasi vera, tanto rispetto ai pianeti principali, quanto rispetto ai satelliti di Giove, e di Saturno. Nondimeno potrebbesi quì fare un'obiezione presa dai movimenti della Luna, che sono tanto irregolari, che il Sig. Halley la chiama *Sidus contumax*; e principalmente dal movimento de' suoi apsidi, che non sono già immobili, come il richiede la supposizione geometrica, sulla quale è fondato il risultato che si è trovato, della ragione inversa del quadrato della distanza per misura della forza d'attrazione ne' pianeti.

A ciò in più maniere si può rispondere: e primieramente potrebbesi dire, che osservandosi generalmente con esattezza la legge in tutti gli altri pianeti, un solo fenomeno, in

cui la medesima esattezza non si ritrovi, distrugger non deve questa legge ; ma piuttosto bisogna risguardarlo come un' eccezione, di cui è d' uopo d' investigare la ragione particolare. Secondariamente si potrebbe rispondere, come fece il Sig. Cotes, che quand' anche si accordasse, che la legge d' attrazione in questo caso non è esattamente in ragione inversa del quadrato della distanza, e che questa ragione è alquanto più grande, tal differenza può valutarsi col calcolo, e troverassi ch' è quasi insensibile, poichè la ragione della forza centripeta della Luna, che fra tutte è quella, che deve essere la più disturbata, s' approssima sessanta volte più alla ragione del quadrato, che alla ragione del cubo della distanza: *Responderi potest, etiamsi concedamus hunc motum tardissimum exinde profectum, quod vis centripetæ proportio aberret aliquantulum a duplicata, aberrationem illam per computum mathematicum inveniri posse, & plane insensibilem esse; ista enim ratio vis centripetæ Lunaris, quæ omnium maxime turbari debet, paulum quidem duplicatam superabit; ad hanc vero sexaginta fere vicibus propius accedet, quam ad triplicatam. Sed verior erit responsio, &c.* Editoris præf. in edit. 2.am Nevvton. *Auctore Roger. Cotes.*

In terzo luogo risponderemo più positivamente, che questo moto degli apsidi non deriva dall' essere la legge dell' attrazione alquanto più grande della ragione inversa del

quadrato della distanza, ma da ciò, che difatti il Sole opera sulla Luna con una forza d'attrazione, che deve disturbare il suo movimento, e produrre quello degli apsidi, e che per conseguenza questa sola può ben essere la cagione, che impedisce che la Luna segua esattamente la regola di Keplero. A ciò riflettendo Newton ha calcolato gli effetti di questa forza perturbatrice, e dalla sua teoria cavò le equazioni, e gli altri movimenti della Luna con una tal precisione, ch' eglino corrispondono esattissimamente, trattone il divario di alcuni secondi, alle osservazioni fatte dai migliori Astronomi. Ma venendo al movimento degli apsidi, egli dimostra nella XLV. proposizione del primo libro, che la progressione dell' apogeo della Luna viene dall' azione del Sole, talchè fin quì tutto s'accorda, e la sua teoria ritrovasi vera, ed esatta tanto ne' casi più complicati, quanto in quelli che lo sono meno.

Intanto però uno de' nostri gran Geometri ha preteso (8) che la quantità assoluta del movimento dell' apogeo, non si poteva dedurre dalla teoria della gravitazione, tale quale Nevvton l' ha stabilita, perchè facendo uso delle leggi di tal teoria, trovasi che que-

(8) Il Sig. Clairaut. Veggansi le Memorie dell' Accademia delle Scienze, *dell' anno* 1745.

questo movimento non si dovrebbe terminare, che in diciott' anni, laddove si termina in nove. Malgrado l'autorità di questo dotto Matematico, e le ragioni ch' egli ha recato per sostenere la sua opinione, io sono sempre stato persuaso, come lo sono anche al presente, che la teoria di Nevvton s' accorda colle osservazioni; nè intraprenderò quì di far l' esame necessario per provare, ch' egli non è caduto nell' errore, che gli si addossa, trovando più spediente d' ammetter la legge dell' attrazione tale qual è, e di dimostrare che la legge che il Sig Clairaut ha voluto sostituire a quella di Nevvton, non è che una supposizione, che implica contraddizione.

Imperciocchè ammettendo per un' istante ciò che pretende il Sig. Clairaut d' aver dimostrato, che posta la teoria dell' attrazione scambievole, il moto degli apsidi dovrebbe farsi in diciott' anni, invece di farsi in nove, e sovvenendoci nel tempo stesso che (eccettuato questo fenomeno) tutti gli altri per complicati che sieno, s' accordano in questa teoria esattissimamente colle osservazioni; a giudicarne a prima vista per le probabilità, questa teoria deve sussistere; poichè evvi un numero considerevolissimo di cose, in cui s' accorda ella perfettamente colla Natura; e poichè non v' ha che un sol caso, in cui se ne scosta, ed è facilissimo l' ingannarsi nell' enumerazione delle cause di un solo fenomeno particolare. Mi sembra adunque, che la

prima idea che a noi s'affacci, sia quella d' investigare la ragion particolare di questo fenomeno singolare, e parmi che qualcuna immaginar se ne potrebbe: per esempio, se la forza magnetica della terra potesse, come già disse Nevvton, entrar nel calcolo, trovarebbesi forse, ch'ella influisce sul movimento della Luna, e che potrebbe produrne quest' accelerazione nel movimento dell' apogeo, nel qual caso dovrebbonsi adoperare due termini per esprimere la misura delle forze producenti il moto della Luna. Il primo termine dell' espressione sarebbe sempre quello della legge dell' attrazione universale, cioè la ragione inversa, ed esatta del quadrato della distanza: ed il secondo termine rappresenterebbe la misura della forza magnetica.

Questa supposizione è senza dubbio meglio fondata di quella del Sig. Clairaut, la quale mi sembra molto più ipotetica, e soggetta inoltre a difficoltà invincibili: imperocchè esprimere la legge d'attrazione con due o più termini, aggiugnere alla ragione inversa del quadrato della distanza una frazione del quadrato-quadrato, in luogo di $\frac{1}{xx}$ mettere $\frac{1}{xx} + \frac{1}{m x^4}$ non è che accomodare un' espressione per tal modo che corrisponda a tutt' i casi; e questa espressione non rappresenta più una legge fisica; imperciocchè facen-

cendosi lecito per una volta di mettere un secondo, un terzo, un quarto termine, ec. potrebbesi trovare un'espressione che in tutte le leggi dell' attrazione rappresentasse il caso, di cui si tratta, adattandolo nel tempo stesso ai movimenti dell'apogeo della Luna, ed agli altri fenomeni, e per conseguenza questa supposizione, se fosse ammessa, non solamente annienterebbe la legge dell' attrazione in ragion inversa del quadrato della distanza, ma aprirebbe l' adito ancora a tutte le leggi possibili, ed immaginabili. Una legge in Fisica, non è legge, se non perchè la sua misura è semplice, e perchè la scala che la rappresenta, non solo è sempre la stessa, ma è oltracciò unica, e ch' ella non può essere rappresentata da un' altra scala; ora tutte le volte che la scala d'una legge non sia rappresentata da un solo termine, questa semplicità ed unità di scala, che forma l'essenza della legge, non sussiste più, e per conseguenza non v' ha più veruna legge fisica.

Siccome potrebbe sembrare, che quest'ultimo ragionamento non appartenga che alla Metafisica, e che da pochi si estima, io vo' ingegnarmi di meglio spiegarlo. Dico adunque, che ogni volta che si vorrà stabilire una legge sull' accrescimento, o sulla diminuzione di una qualità, o quantità fisica, devesi usare un sol termine per esprimere questa legge; il quale termine è la rappresentazione della misura, che deve variare, sicco-

me

me varia di fatti la quantità da misurarsi; di maniera che se la quantità, non essendo prima che d'un pollice, diventa poscia d'un piede, d'un braccio, d'una pertica, d'una lega, ec. il termine, che la esprime, diventa successivamente tutte queste cose, o, per meglio dire, le rappresenta nell'ordine medesimo di grandezza: e lo stesso è di tutte le altre ragioni, nelle quali una quantità può variare.

Di qualunque maniera dunque che noi possiamo supporre, che una qualità fisica possa variare, siccome questa qualità è una, la sua variazione sarà semplice, e sempre esprimibile da un sol termine, che ne sarà la misura; e quando se ne vogliano impiegar due, si distruggerà l'unità della qualità fisica, perchè questi due termini rappresenteranno due variazioni differenti nella stessa qualità, cioè due qualità in luogo di una: poichè di fatti due termini sono due misure, tutte due variabili, ed inegualmente variabili; e perciò non possono esse esser applicate ad un soggetto semplice, o ad una sola qualità; e se si ammettano due termini per rappresentare l'effetto della forza centrale di un' astro, bisogna confessare, che in luogo d'una forza ve ne sono due, una delle quali sarà relativa al primo, l'altra al secondo termine; donde si scorge ad evidenza, che bisogna che il Sig. Clairaut nel caso presente ammetta necessariamente un'altra forza diversa dall'attrazione, se impiega due termini per rappresen-

sentare l' effetto totale della forza centrale di un pianeta.

Io non so come si possa immaginare, che una legge fisica, qual' è quella dell' attrazione, possa esprimersi con due termini per rapporto alle distanze, perchè se vi fosse per esempio una massa M, la cui virtù attrattiva fosse espressa con $\frac{aa}{xx} + \frac{b}{x^4}$, non ne risulterebbe l' istesso effetto, che se questa massa fosse composta di due materie differenti, come, per esempio, di $\frac{1}{2} M$, la cui legge d' attrazione fosse espressa per $\frac{2aa}{xx}$ e di $\frac{1}{2} M$, l'attrazione della quale fosse $\frac{2b}{x^4}$? questo mi pare assurdo.

Ma indipendentemente da queste impossibilità implicate dalla supposizione del Sig. Clairaut, la quale distrugge anche l' unità della legge, su cui è fondata la verità, e la bella semplicità del sistema del Mondo, questa supposizione soffre ben molte altre difficoltà, che il Sig. Clairaut dovrebbe, a mio credere, prima d' ammetterla, considerare, incominciando almeno dall' esaminar prima tutte le cause particolari, che potrebbero produrre il medesimo effetto. Io credo che se avessi sciolto, come il Sig. Clairaut, il problema dei tre corpi, e se avessi trova-

to

to che la teoria della gravitazione non dà effettivamente che la metà del movimento dell' apogeo, non ne avrei cavata la conclusione ch' egli ne cava, contro la legge dell' attrazione; quindi questa conseguenza è quella, cui io contraddico: e non credo che alcuno sarebbe obbligato ad abbracciarla, quando anche il Sig. Clairaut avesse potuto dimostrare l' insufficienza di tutte le altre cause particolari.

Newton dice, *pag.* 547. *Tomo III. In his computationibus attractionem magneticam terræ non consideravi, cujus itaque quantitas perparva est & ignoratur; si quando vero hæc attractio investigari poterit, & mensura graduum in meridiano, ac longitudines pendulorum isochronorum in diversis parallelis, legesque motuum maris & parallaxis Lunæ cum diametris apparentibus Solis & Lunæ ex phænomenis accuratius determinatæ fuerint, licebit calculum hunc omnem accuratius repetere.* Questo passo non prova egli assai chiaramente, che Newton non pretese di aver fatta l' enumerazione di tutte le cause particolari, e non indica altresì in effetto, che il ritrovarsi qualche differenza tra la sua teoria, e le osservazioni, può derivare dalla forza magnetica della terra, o da qualche altra causa secondaria? e per conseguenza se il moto degli apsidi non s' accorda così esattamente quanto il resto colla sua teoria, dovrassi perciò distruggerla da' fondamenti, cambiando la legge generale della gravitazione, o piut-

piuttoſto non dovraſſi attribuire ad altre cauſe quella differenza, la quale non ſi trova, che in queſto ſolo fenomeno? Il Sig. Clairaut ha propoſto contro il ſiſtema di Newton una difficoltà, la quale però non deve, nè può diventar un principio; biſognerà dunque cercarne la riſoluzione, e non già farne una teoria, tutte le conſeguenze della quale non ſono appoggiate che ſopra un calcolo; imperciocchè, come ho già detto, tutto ſi può col calcolo rappreſentare, ma niente realizzare; e facendoſi lecito di mettere uno o più termini appreſſo alla eſpreſſione d' una legge fiſica, come è quella dell' attrazione, non ci ſi rappreſenta che una coſa arbitraria, invece delle reale.

Del reſto, a me baſta d' avere ſtabilite le ragioni, che mi fanno rigettare la ſuppoſizione del Sig. Clairaut, per la quale io credo, che ben lungi d' abbattere la legge dell' attrazione, e roverſciare l'Aſtronomia fiſica, rimanga anzi ella in tutto il ſuo vigore, ed abbia forza ancora per andare più in là; nè già io pretendo d' aver detto a un dipreſſo quanto può dirſi intorno a queſta materia, alla quale io deſidererei che ſi metteſſe, ſenza prevenzione, tutta l'attenzione, che abbiſogna per ben giudicarne.

AG-

AGGIUNTA.

Io mi sono ristretto a dimostrare, che la legge dell' attrazione, per rapporto alla distanza, non può esprimersi che con un termine, e non con due, o parecchj: e che per conseguenza l' espressione dal Sig. Clairaut sostituita alla legge del quadrato delle distanze, non è che una supposizione che implica contraddizione; e questo è il solo punto, al quale io mi sono attenuto: sembrando però dalla sua risposta ch' egli non m' abbia inteso (9) abbastanza, io proccurrerò di render più intelligibili le mie ragioni, traducendole in calcolo, e questa sarà la sola replica, ch' io farò alla sua risposta.

La legge dell' attrazione, per rapporto alla distanza, non può esprimersi con due termini.

Prima Dimostrazione.

Supponiamo che $\frac{1}{x^2} \pm \frac{1}{x^4}$ rappresenti l' effetto di questa forza per rapporto alla distan-

(9) Vegganfi le Memorie dell'Accademia delle Scienze, *dell' anno* 1745, *pag.* 493, 529, 551, 577, *e* 580.

ſtanza x, o, ciò ch' è lo ſteſſo, ſuppo-niamo che $\frac{1}{x^2} \pm \frac{1}{x^4}$ (locchè rappreſenta la forza acceleratrice) ſia eguale ad una quantità data A per una certa diſtanza; riſolvendo queſta equazione, la radice x, o ſarà immaginaria, o applicabile a due valori differenti: dunque l' attrazione ſarebbe la ſteſſa in diſtanze diverſe, ciò ch' è aſſurdo: dunque la legge dell' attrazione, per rapporto alla diſtanza, non può eſſere eſpreſſa con due termini. *Ciò che doveva dimoſtrarſi*.

Seconda Dimostrazione.

La ſteſſa eſpreſſione $\frac{1}{x^2} \pm \frac{1}{x^4}$ ſe x divenga grandiſſimo, potrà ridurſi a $\frac{1}{x^2}$, e ſe l' x diviene piccoliſſimo, eſſa ſi ridurrà a $\pm \frac{1}{x^4}$; di maniera che ſe $\frac{1}{x^2} \pm \frac{1}{x^4} = \frac{1}{x^n}$, l' eſponente n deve eſſere compreſo tra 2 e 4; queſto medeſimo eſponente n deve però neceſſariamente racchiudere x, poichè la quantità d' attrazione o in una maniera, o in un' altra dev' eſſere miſurata dalla diſtan-

ſtanza ; dunque queſt' eſpreſſione prenderà allora una forma come $\frac{1}{x^2} + \frac{1}{x^4} = \frac{1}{xx}$, oppure $= \frac{1}{x+r}$. Una quantità dunque la quale deve eſſere neceſſariamente un numero compreſo tra 2 e 4 potrebbe nondimanco divenir infinita, ciò ch' è aſſurdo; dunque l'attrazione non può eſprimerſi con due termini. *Ciò che doveva dimoſtrarſi.*

E' chiaro, che le medeſime dimoſtrazioni ſarebbero contrarie a tutte le eſpreſſioni poſſibili composte da più termini; dunque la legge d'attrazione non può eſſer eſpreſſa, che con un ſol termine.

SECONDA AGGIUNTA.

Io non voleva aggiugnere altro a quanto ho detto ſulla legge dell'attrazione, nè fare alcuna riſpoſta al nuovo ſcritto del Sig. Clairaut (10), ma ſiccome credo, che ſia coſa utile alle ſcienze lo ſtabilire in maniera certa la propoſizione da me avanzata, cioè che

(10) Vegganſi le Memorie dell' Accademia delle Scienze, *dell' anno* 1745., *pag.* 577. e 578.

che la legge dell' attrazione, ed anche ogni altra legge fisica, non può mai esser espressa che con un termine: e che una nuova verità di questa sorte possa prevenire un buon numero d' errori, e di false applicazioni nelle scienze Fisico-matematiche, ho cercato parecchi mezzi per dimostrarla.

Si sono vedute, nella mia Memoria, le ragioni metafisiche, con le quali ho stabilito che la misura d'una qualità fisica, e generale nella Natura, è sempre semplice; e che per conseguenza la legge rappresentante questa misura, non può essere giammai composta: ch'essa realmente non è che l'espressione dell'effetto semplice d' una qualità semplice; e che per conseguenza questa legge non può esprimersi con due termini, poichè una qualità ch'è una, non può mai aver due misure. In appresso, *nell aggiunta a questa Memoria*, ho provato dimostrativamente questa medesima verità colla riduzione all' assurdo, e col calcolo. La mia dimostrazione è vera: imperocchè egli è certo in generale, che se si esprima la legge dell' attrazione con una *funzione* della distanza, e che questa *funzione* sia composta di due o più termini, come

$\frac{1}{x^m} \pm \frac{1}{x^n} \pm \frac{1}{x^r}$ ec., e questa funzione si faccia

uguale ad una quantità costante A per una certa distanza; egli è certo, dico, che risolvendo questa equazione, la radice x avrà in tutt'

tutt' i casi valori immaginarj, ed anche reali differenti in quasi tutt' i casi, e solamente in qualcheduno, come in quello di $\frac{1}{x^2} + \frac{1}{x^4} = A$, vi saranno due radici reali ed eguali, una delle quali sarà positiva, l' altra negativa. Quell'eccezione particolare non distrugge dunque la verità della mia dimostrazione, la quale è per una funzione qualunque; perciocchè se in generale l' espressione della legge d' attrazione è $\frac{1}{xx} + m\,x^n$, l' esponente n non può essere negativo, e maggiore di 2, poichè allora la gravità diverrebbe infinita nel punto del contatto; l' esponente n è dunque necessariamente positivo, ed il coefficienre m deve essere negativo per far avanzare l' apogeo della Luna: e per conseguenza il caso particolare $\frac{1}{xx} + \frac{1}{x^4}$ non può mai rappresentare la legge della gravità: e se ci è per una volta permesso di esprimere questa legge con una funzione di due termini, per qual ragione il secondo di essi sarà necessariamente positivo? Molte sono le ragioni, per le quali questo non è, e non ve n' ha alcuna, perchè lo debba essere.

Fin

Fin dal tempo, che il Sig. Clairaut propose per la prima volta di cambiare la legge dell' attrazione, e di aggiugnervi un' altro termine, io avea compreso l' assurdità che risultava da questa supposizione, e fatto avea ogni sforzo per farla comprendere agli altri; ma ho trovato poi una nuova maniera di dimostrarla, la quale non lascerà, per quanto io spero, verun dubbio su questo importante soggetto. Eccovi il mio ragionamento, che io ho accorciato quanto mi è stato possibile.

Se la legge dell' attrazione, o qualsivoglia altra legge fisica potesse esprimersi da due o più termini, essendo il primo termine, per esempio $\frac{1}{xx}$, sarebbe necessario che il secondo termine avesse un coefficiente indeterminato, e ch' esso fosse per esempio $\frac{1}{mx^4}$; e similmente se questa legge fosse espressa con tre termini, vi sarebbero due coefficienti indeterminati, l' uno al secondo, l' altro al terzo termine ec., ed allora questa legge d' attrazione espressa coi due termini $\frac{1}{xx} + \frac{1}{mx^4}$, rinchiuderebbe una quantità

tità *m*, la quale entrerebbe necessariamente nella misura della forza.

Or io domando, cos'è questo coefficiente *m*? è chiaro che questo coefficiente *m*, non dipende nè dalla massa, nè dalla distanza, e che nè l'una nè l'altra possono giammai darci il suo valore. Come si può dunque supporre, che vi sia di fatti una tale quantità fisica? Esiste forse nella Natura un coefficiente come un 4, un 5, un 6, ec.; e non è assurdo il supporre, che un numero possa realmente esistere, o che un coefficiente possa esser una qualità essenziale alla materia? Per ammetter ciò, bisognerebbe che nella Natura vi fossero fenomeni puramente numerici, e del medesimo genere che il coefficiente *m*: e senza ciò egli è impossibile di determinarne il valore; poichè una qualsivoglia quantità non si può misurare, che con un'altra quantità del medesimo genere. Acciocchè dunque noi accordiamo al Sig. Clairaut che la legge d'attrazione, o qualunque altra legge fisica possa esprimersi con due o più termini, bisogna, ch'egli incominci dal provare che i numeri sono esseri reali, esistenti attualmente nella Natura, o che i coefficienti siano qualità.

Se poi si desiderasse una dimostrazione più particolare, io credo che se ne possa dar una adattata alla capacità d'ognuno, ed è, che la legge della ragione inversa del quadrato della distanza tanto conviene ad una sfera, quanto a tutte le particelle di materia, dalle quali

quali la sfera è composta. Il globo della terra esercita la sua attrazione nella ragione inversa del quadrato della distanza, e tutte altresì le particelle di materia, che compongono questo globo, esercitano la loro attrazione nella ragione medesima, come Nevvton ha dimostrato. Ma se questa legge dell' attrazione d'una sfera s'esprimesse per due termini, la legge dell' attrazione delle particelle che compongono questa tale sfera, non sarà la stessa di quella della sfera: e per conseguenza questa legge composta di due termini, non sarà mai generale, o, per meglio dire, non sarà quella della Natura.

Tutte dunque le ragioni metafisiche, matematiche, e fisiche s'accordano a provare che la legge dell' attrazione non può esser espressa, che per un solo termine, e giammai per due, o più termini; locchè è la proposizione ch' io ho asserito, e che avea da dimostrare.

INTRODUZIONE

ALLA STORIA

DE' MINERALI.

PARTE ESPERIMENTALE.

DOpo venticinque anni che avea divolgate le mie idee ſulla teoria della Terra, e ſulla natura delle materie minerali, delle quali queſto globo principalmente è compoſto, ebbi il piacere di vedere la mia teoria confermata dall'unanime teſtimonianza de' Naviganti; ed inoltre da nuove oſſervazioni, che ho avuto cura di raccogliere. Durante queſto lungo ſpazio di tempo vennemi pure alla mente qualche nuovo penſiere, di cui ho procurato per mezzo di ſperienze di confermarne il valore, e la realtà: alcuni nuovi riſultati ottenuti da queſte eſperienze: alcuni rapporti più o meno lontani, ricavati da quei riſultati medeſimi: alcune conſeguenti rifleſſioni: il tutto però legato al mio ſiſtema generale, e diretto per iſcopo coſtante al grande oggetto della Natura. Queſto è ciò ch' io credo dovere in oggi preſentare a miei Leggitori, a quelli ſopratutto,

to, che, onorato avendomi della loro approvazione, amano la Storia Naturale, quanto basti per rintracciar meco i mezzi di estenderla, e di spiarla a fondo.

Io incomincerò dalla parte esperimentale del mio lavoro, perchè sui soli risultati delle mie esperienze ho fondato tutt'i miei ragionamenti, e perchè le idee anche le più congetturali, le quali sembrar potrebbono troppo avventurate, non lasciano di avervi luogo per mezzo di rapporti, i quali saranno più o meno sensibili agli occhj più o meno riflessivi, ed esercitati: non isfugiranno però lo spirito di quelli che sanno valutare la forza delle induzioni, ed apprezzare il valore delle analogie.

E siccome sono scorsi molti anni dacchè io incominciai a pubblicare la mia opera sulla Storia Naturale, e il numero dei volumi si è accresciuto moltissimo: così ho creduto che per non rendere il mio libro a soverchio carico del pubblico, tolta mi venisse la libertà di darne una nuova edizione corretta ed aumentata, massime che nel gran numero delle ristampe, che di quest'opera si son fatte, non vi ha pur una parola da cambiarsi. E per non rendere in oggi superflue tutte queste edizioni, mi sono risoluto di racchiudere in due o tre volumi di supplemento, le correzioni, aggiunte, dichiarazioni, e spiegazioni che ho giudicato necessarie perchè s'intendano i soggetti da me trattati. Questi supplementi conterranno molte cose nuove ed

altre già vecchie, alcune delle quali sono state impresse o nelle Memorie dell' Accademia delle Scienze, o altrove. Gli ho divisi in parti relative ai differenti oggetti della Storia della Natura, e ne ho formate molte Memorie, le quali possono essere lette indipendentemente l'una dalle altre, ma che solo ho avvicinate secondo l'ordine delle materie.

ME-

MEMORIA PRIMA.

Esperienze su 'l progresso del calore nei corpi.

HO fatto fare dieci palle di ferro battuto:

	pollici.
La prima di un mezzo pollice di diametro	$\frac{1}{2}$
La seconda di un pollice ————	1.
La terza di un pollice e mezzo ——	$1\frac{1}{2}$
La quarta di due pollici ————	2.
La quinta di due pollici e mezzo ——	$2\frac{1}{2}$
La sesta di tre pollici ————	3.
La settima di tre pollici e mezzo ——	$3\frac{1}{2}$
L'ottava di quattro pollici ————	4.
La nona di quattro pollici e mezzo ——	$4\frac{1}{2}$
La decima di cinque pollici ————	5.

Questo ferro era della fucina di Chamecon presso a Chatillon sulla Senna; e siccome tutte le palle si sono fatte del ferro della predetta fucina, il loro peso si è trovato pressochè proporzionale al volume.

La palla d'un mezzo pollice pesava 190 grani, o 2 dramme, 46 grani.

Quella d'un pollice pesava 1522 grani, o 2 once, 5 dramme, 10 grani.

Quella d' un pollice $\frac{1}{2}$ pesava 5136 grani., o 8 once, 7 dramme, 24 grani.

Quella di due pollici pesava 12173 grani, o 1 libbra, 5 once, 1 dramma, 5 grani.

Quella di due pollici $\frac{1}{2}$ pesava 23781 grani, o 2 libbre, 9 once, 2 dramme, 21 grani.

Quella di tre pollici pesava 41085 grani, o 4 libbre, 7 once, 2 dramme, 45 grani.

Quella di tre pollici $\frac{1}{2}$ pesava 65254 grani, o 7 libbre, 1 oncia, 2 dramme, 22 grani.

Quella di quattro pollici 97388 grani, o 10 libbre, 9 once, 44 grani.

Quella di quattro pollici $\frac{1}{2}$ pesava 138179 grani, o 14 libbre, 15 once, 7 dramme, 11 grani.

Quella di cinque pollici pesava 190211 grani, o 20 libbre, 10 once, 1 dramma, 59 grani.

Tutti questi pesi sono stati riscontrati con buonissime bilance, facendo limare a poco a poco, fra le palle, quelle che trovavansi di maggior peso.

Prima di riferire le esperienze, io farò osservare:

1 o Che in tutto il tempo, ch' esse si sono fatte, il termometro esposto all'aria libera era alla congelazione, o a qualche grado al di-

disotto (1), e che le palle si sono lasciate raffreddare in una cantina, in cui il termometro era a un di presso a dieci gradi sopra la congelazione, cioè al grado della temperie delle cantine dell' Osservatorio, e questo grado io prendo per quello della temperie attuale della terra.

2.° Io ho procurato di cogliere due istanti nel raffreddamento delle palle, cioè, il primo quello, in cui le palle cessavano d'abbruciare, val a dire il momento, nel quale si potevan toccare, e tener in mano per un minuto secondo senza scottarsi; il secondo tempo di questo raffreddamento era quello, in cui si trovavan esser raffreddate al segno della temperie attuale, vale a dire, al decimo grado disopra della congelazione. Per conoscere poi il momento di questo raffreddamento eguale alla temperie attuale ci siamo serviti di altre palle di paragone della medesima materia, e diametro, le quali non erano mai state scaldate, e che si toccavan nel tempo stesso che quelle, che erano state scaldate. Con questo toccamento immediato, e simultaneo della mano, o delle due mani sopra le due palle, io poteva benissimo giudicare del momento, in cui le dette palle eransi egualmente raffreddate; e questa maniera semplice, oltre d'essere più co-

(1) Divisione di Reaumur.

moda, che il termometro, difficilmente applicabile in queſto caſo, ella è ancora più preciſa, e perchè ſi tratta di giudicare dell' eguaglianza, e non della proporzione del calore, e perchè i noſtri ſenſi, a preferenza degl' iſtromenti, ſono migliori giudici di quanto è aſſolutamente eguale, o perfettamente ſimile. Del reſto più facil coſa è il riconoſcere l'iſtante, in cui le palle ceſſan d' abbruciare, che quello, in cui ſi ſon raffreddate ſecondo la temperie attuale, perchè una ſenſazione viva è ſempre più preciſa d' una temperata, atteſo che la prima ci fà impreſſione in maniera più forte.

3.° Siccome la maggior o minore liſciatura, o ſcabrezza influiſce molto ſul ſenſo del tatto, ed un corpo liſcio, più freddo compare ſe è freddo: e ſe caldo, ſembra più caldo d' un corpo rozzo della medeſima materia, quantunque entrambi il ſiano egualmente; ho procuraro che le palle fredde foſſero ſcabre, e ſimili a quelle ch' erano ſtate riſcaldate, la ſuperficie delle quali era ſeminata di picciole eminenze prodotte dall'azione del fuoco.

ESPERIENZE.

I.

La palla d' un mezzo pollice è ſtata arroventita in 2 minuti.

Raf-

Raffreddata a segno di potersi tenere in mano in 12 minuti.

Al segno della temperie attuale in 39 minuti.

I I.

Quella di un pollice arroventì in 5 minuti $\frac{1}{2}$.

Raffreddò a segno di tenersi in mano in 35 minuti $\frac{1}{2}$.

Al segno della temperie attuale in un' ora, 33 minuti.

I I I.

La palla di un pollice e mezzo arroventì in 9 minuti.

Raffreddò a segno di tenersi in mano in 58 minuti.

Al segno della temperie attuale in 2 ore, 25 minuti.

I V.

Quella di due pollici arroventì in 13 minuti.

Raffreddò a segno di tenersi in mano in 1 ora, 20 minuti.

A quello della temperie attuale in 3 ore, 16 minuti.

V.

Quella di due pollici e mezzo arroventì in 16 minuti.

Raffreddò a segno di tenersi in mano in un' ora, 42 minuti.

A quello della temperie attuale in quattro ore, 30 minuti.

V I.

Quella di tre pollici arroventì in 19 minuti $\frac{1}{2}$.

Raffreddò a segno di tenersi in mano in 2 ore, 7 minuti.

Al segno della temperie attuale in 5 ore, 8 minuti.

V I I.

Quella di tre pollici e mezzo arroventì in 23 minuti $\frac{1}{2}$.

Raffreddò a segno di tenersi in mano in 2 ore, 36 minuti.

Al segno della temperie attuale in 5 ore, 56 minuti.

V I I I.

Quella di quattro pollici arroventì in 27 minuti $\frac{1}{2}$

Raffreddò fin a potersi tener in mano in 3 ore, 2 minuti.

Fino alla temperie attuale in 6 ore, 55 minuti.

I X.

Quella di quattro pollici e mezzo arroventì in 31 minuti.

Raffreddò a segno di tenersi in mano in 3 ore, 25 minuti.

A quello della temperie attuale in 7 ore, 46 minuti.

X.

Quella di 5 pollici arroventì in 34 minuti.

Raffreddò a segno di tenersi in mano in 3 ore, 52 minuti.

All'

All'eguaglianza della temperie attuale in 8 ore, 42 minuti.

La differenza più costante, che si possa prendere tra ciascuno de' termini esprimenti il tempo del raffreddamento dall'istante, in cui cavansi dal fuoco le palle, fino a quello, in cui si possono toccare senza bruciarsi, trovasi essere di ventiquattro minuti, poichè supponendo ciascun termine accresciuto di ventiquattro, si avrà

12', 36', 60', 84', 108', 132', 156', 180', 204', 228'.

E la serie de' tempi reali di questi raffreddamenti secondo l' esperienze precedenti, è

12', 35' $\frac{1}{2}$, 58', 80', 102', 127', 156', 182', 204', 232';

la quale s'avvicina tanto alla prima, quanto l' esperienza può avvicinarsi al calcolo. Similmente, la differenza più costante che prender si possa tra ciascuno dei termini del raffreddamento fino alla temperie attuale, si trova essere di 54 minuti; poichè supponendo ciascun termine aumentato di 54, si verrà ad avere

39', 93', 147', 201', 255', 309', 363', 417', 471', 525'.

E la serie de' tempi reali di questo raffreddamento, secondo l'esperienze precedenti, è

39', 93', 145', 196', 248', 308', 356', 415', 466', 522'.

La quale s' accosta ancora molto alla prima serie supposta.

Ho fatto per la seconda e terza volta le medesime esperienze, ma ho veduto di non poter contare che sulle prime, poichè mi sono accorto che le palle ogni volta che si riscaldavano, perdevano considerevolmente del loro peso; imperciocchè

La palla di un mezzo pollice dopo essere stata scaldata tre volte aveva perduto all'incirca la diciottesima parte del suo peso.

Quella d' un pollice stata scaldata tre volte aveva perduto la sedicesima parte del suo peso incirca.

Quella d'un pollice e mezzo dopo essere stata scaldata tre volte, aveva perduto la quindicesima parte del suo peso.

Quella di due pollici dopo essere stata scaldata tre volte, aveva perduto la quindicesima parte del suo peso.

Quella di due pollici dopo essere stata scaldata tre volte, aveva perduto a un di presso la quattordicesima parte del suo peso.

Quella di due pollici o mezzo, ec. mancava della tredicesima, ec.

Quella di tre pollici, ec. mancava a un di presso della tredicesima, ec.

Quella di tre pollici e mezzo, ec. aveva perduto un po' più della tredicesima, ec.

Quella di quattro pollici, ec. aveva perduta la

la dodicesima parte e mezza, ec.

Quella di quattro pollici e mezzo, ec. aveva perduto un po' più della dodicesima e mezzo, ec.

Quella di cinque pollici dopo essere stata anche essa scaldata tre volte aveva perduto quasi la dodicesima parte del suo peso; imperciocchè prima che si scaldasse pesava venti libbre, dieci once, una dramma, cinquantanove grani (2).

Si

(2) Io non ebbi occasione di fare le stesse sperienze sopra palle di ferro di getto, ma il Sig. de Montbeillard, Luogotenente-Colonnello del Reggimento d' Artiglieria, mi ha comunicato la nota seguente, che supplisce perfettamente. Si sono pesate molte palle prima di scaldarsi, le quali si sono ritrovate dal peso di ventisette libbre e più, e dopo l' operazione si ritrovarono ridotte a ventiquattro libbre e un quarto, e ventiquattro libbre e mezza. Questo stesso si verificò sopra una quantità di palle, le quali quanto più si sono scaldate, tanto più acerebbero in volume, e scemarono di peso; finalmente sopra quaranta mila palle scaldate, e raschiate a fine di ridurle al calibro dei cannoni, se ne perdettero dieci mille, cioè un quarto: tanto è vero che per tutt' i riguardi questo metodo è cattivo.

Si vede adunque che questa perdita di peso di ciascuna delle palle è estremamente considerevole, e pare che vada crescendo a misura ch' elleno sono più grosse, ciò che, per quanto io presumo, deriva dalla necessità d' applicare il fuoco violento tanto più a lungo, quanto più grandi sono i corpi; generalmente però questa perdita di peso non solamente procede dallo staccamento delle parti della superficie, le quali, ridotte in iscorie, cadono nel fuoco, ma ben anche da una specie di disseccamento, o di calcinazione interiore che diminuisce il peso delle parti costituenti del ferro, di maniera che il fuoco violento par che renda il ferro specificamente più leggiero ogni volta che lo riscalda. Del resto da ulteriori sperienze ho ricavato, che questa perdita di peso varia molto secondo la differente qualità del ferro.

Avendo dunque fatto fare sei nuove palle del diametro di un mezzo pollice fino ai tre, e del medesimo peso delle prime, ho trovato le medesime progressioni tanto per rispetto all' entrata, quanto per riguardo all' uscita del calore; e mi sono assicurato che il ferro effettivamente si scalda, o si raffredda secondo l' ordine da me esposto poc' anzi.

Un passo di Newton (3) ha dato l' occasione a queste esperienze.

Glo-

(3) Principj matematici. *Lond.* 1726., *pag.* 509.

Globus ferri candentis, digitum unum latus, calorem suum omnem spatio horæ unius in aere consistens, vix amitteret. Globus autem major calorem diutius conservaret in ratione diametri, propterea quod superficies (ad cujus mensuram per contactum aeris ambientis refrigeratur) in illa ratione minor est pro quantitate materiæ suæ calidæ inclusæ. Ideoque globus ferri candentis huic terræ æqualis, id est, pedes plus minus 40000000 *latus, diebus totidem & idcirco annis* 50000, *vix refrigesceret. Suspicor tamen, quod duratio caloris ob causas latentes augeatur in minori ratione quam ea diametri, & optarim rationem veram per experimenta investigari.*

Desiderava dunque Nevvton, che facesse qualcheduno l'esperienze esposte di sopra, ed io mi sono determinato a tentarle, non solo perchè ne aveva bisogno io stesso per alcune mire simili alle sue, ma ancora perchè ho creduto che questo grand' uomo potesse ingannarsi nel dire, che la durata del calore per mezzo dell'effetto delle cause occulte, non doveva aumentarsi che in minor ragione di quella del diametro: essendomi all' opposto, dopo qualche riflessione, sembrato, che queste cause occulte non potessero che rendere più grande questa ragione, invece di renderla più piccola.

Egli è certo, come dice Newton, che un globo più grande conserverebbe il suo calore più a lungo, che un piccolo in ragione del diametro, se si supponessero questi globi com-

composti d' una materia perfettamente permeabile al calore, di maniera che l' uscita del calore fosse assolutamente libera, e le particelle ignee non trovassero ostacolo alcuno che arrestar le potesse, o cambiar il corso della loro direzione; ed in questa sola supposizione matematica la durata del calore sarebbe realmente in ragione del diametro. Ma le cause occulte, di cui parla Newton, le principali delle quali sono gli ostacoli risultanti dalla non assoluta, imperfetta, ed ineguale permeabilità di tutta la materia solida, invece di diminuire il tempo della durata del calore, debbono all' opposto aumentarlo. Ciò mi è sembrato tanto chiaro, anche prima d' aver tentate le mie sperienze, che sarei inclinato a credere, che Newton (il quale vedeva chiaro anche in quelle cose stesse, in cui non faceva che supporre) non è miga caduto in questo errore, e che la parola *minori ratione* in luogo di *majori*, altro non sia che un errore della sua mano, o di quella del copiatore, scorso poi in tutte le edizioni della sua opera, o almeno in tutte quelle che io ho potuto consultare: e tanto meglio fondata si è la mia conghiettura, quanto par che Newton altrove dica precisamente il contrario di quello che dice quì, come nell' undecima questione del suo trattato d' Ottica (4): „ i corpi, dic' egli, di „ un

(4) Traduzione di Coste.

„ un gran volume, non conservano eglino
„ più lungo tempo (Nota. *Questa parola*
„ *PIU' LUNGO TEMPO*, *altro non può*
„ *quì esprimere, se non che in ragione più*
„ *grande di quella del diametro*) il calore,
„ a motivo che le loro parti si scaldano re-
„ ciprocamente? ed un corpo vasto, denso,
„ e fisso, stato una volta scaldato oltre un
„ certo grado, non può esso tramandar la
„ luce in tal copia, senzachè per l' emissio-
„ ne, e per la reazione della sua luce, per
„ le riflessioni, e refrazioni de' suoi raggi
„ di dentro de' suoi pori, non diventi sem-
„ pre più caldo, finchè non giunga ad un
„ tal grado di calore, che uguagli quello del
„ Sole? E 'l Sole, e le Stelle fisse non sono
„ pure vaste terre violentemente scaldate, il
„ calore delle quali si conserva in grazia del-
„ la grossezza di questi corpi, e per la re-
„ ciproca azione, e reazione tra loro e la
„ luce, che tramandono, non potendo le
„ loro parti sollevarsi in fumo, non solo
„ per la loro fissezza, ma altresì pel vasto
„ peso, e per la gran densità delle atmo-
„ sfera, le quali gravitando da ogni parte le
„ comprimono fortissimamente, e condensa-
„ no i vapori e le esalazioni, che da quei
„ corpi sollevansi?

Da questo passo si scorge, che non solamente Newton è della mia opinione circa la durata del calore, ch' egli suppone in ragion più grande di quella del diametro, ma altresì ch' egli passa più oltre su quest' accre-

sci-

ſcimento, dicendo che un corpo grande, appunto perchè è grande, può aumentare il ſuo calore.

Che che ne ſia, l' eſperienza ha pienamente confermato il mio penſiero. La durata del calore, oſſia il tempo impiegato al raffreddamento del ferro, non è in ragione più *piccola*, ma in ragione più *grande* di quella del diametro; e per aſſicurarcene altro non rimane, che confrontare le progreſſioni ſeguenti.

DIAMETRI.

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 mezzi pollici.

Tempi del primo raffreddamento, ſuppoſto in ragione di diametro,

12', 24', 36', 48', 60', 72', 84', 96', 108', 120' minuti.

Tempi reali di queſto raffreddamento, trovato colle ſperienze,

12', 35' $\frac{1}{2}$, 58', 80', 102', 127', 156', 182', 205', 232'.

Tempi del ſecondo raffreddamento, ſuppoſto in ragione di diametro,

39', 78', 117', 156', 195', 234', 273', 312', 351', 390'.

Tempi reali di queſto ſecondo raffreddamento, ſecondo l' eſperienze,

39,

39', 93', 145', 196', 248', 308', 356', 415', 466', 522'.

Paragonando queste progressioni termine a termine si vede, che in tutt'i casi la durata del calore, oltre a non essere in ragione più piccola di quella del diametro (come si rileva in Newton) è anzi in ragione considerevolmente maggiore.

Il Dottor Martine, autore di una bella opera sui Termometri, riferisce questo passo di Nevvton, e dice ch'egli aveva incominciato a fare alcune sperienze, le quali aveva stabilito di spingere più in là; ch'egli crede, che l'opinione di Nevvton sia conforme alla verità, e che effettivamente i corpi simili conservino il calore nella proporzione dei loro diametri; ma che in quanto al dubbio che Newton forma, se nei corpi grandi questa proporzione non sia *minore* di quella de' diametri, egli non lo crede sufficientemente fondato. Il Dottor Martine aveva ragione a questo riguardo, ma nel tempo istesso aveva il torto di credere dopo Nevvton, che tutt' i corpi simili tanto solidi, che fluidi, conservino il loro calore in ragione de' loro diametri. Per comprovar questo, egli riferisce alcune sperienze fatte coll' acqua in vasi di porcellana, dalle quali ricava che il tempo del raffreddamento dell' acqua è quasi proporzionale ai diametri de' vasi, che la contengono. Ma noi abbiamo poc' anzi veduto, che per questa medesima ragione nei corpi solidi la

la cosa cammina diversamente ; imperocchè l' acqua si deve risguardare come una materia quasi interamente permeabile al calore , poichè è un fluido omogeneo , e poichè niuna delle sue parti può opporsi alla circolazione del calore ; quindi quantunque le esperienze del Dott. Martine assegnino a un di presso la ragione del diametro pel raffreddamento dell' acqua , non se ne deve però conchiuder veruna cosa per lo raffreddamento de' corpi solidi .

Intanto, se si volesse con Nevvton cercare quanto tempo bisognerebbe ad un globo grosso quanto la terra per raffreddarsi , dopo l' esperienze precedenti, troverebbesi che invece dei cinquanta mille anni (tempo da lui assegnato per lo raffreddamento della terra fino alla temperie attuale) ve ne abbisognerebbero di già quarantadue mille novecento sessantaquattro anni , e duecento ventun - giorni per lo raffreddamento al segno soltanto, in cui cessasse di non più abbruciare ; e fino a novantasei mila seicento settant' anni , e cento trentadue giorni per raffredare alla temperie attuale .

Imperciocchè essendo la serie de' diametri de' globi ,

1 , 2 , 3 , 4 , 5 . . . . *N* mezzi pollici; quella dei tempi del raffreddamento al segno di poter toccare i globi senza abbruciarsi , sarà

12 ,

12, 36, 60, 84, 108 . . . . 24 N — 12 minuti.

Ed essendo il diametro della terra di 2865 leghe di 25 gradi, o di 6557939 pertiche di 6 piedi:

Facendo la lega di 2282 pertiche,

o di . . . . 39227580 piedi:

o pure di . . . . 641461920 mezzi pollici;

Noi abbiamo N = 941461920 mezzi pollici.

E 24 N — 12 = 22595086068 minuti, cioè quarantadue mille novecento sessantaquattro anni e duecento ventun giorni per lo tempo necessario al raffreddamento d' un globo grosso quanto la terra, solamente fino al segno di poterla toccare senza abbruciarsi.

E similmente la serie de' tempi del raffreddamento fino alla temperie attuale, sarà 39', 93', 147', 201', 255' . . . 54 N — 15'.

E siccome N è sempre = 941461920 mezzi pollici, noi avremo 54 N — 15 = 50838943662 minuti, cioè novantasei mille seicento settant' anni, e centotrentadue giorni per lo tempo necessario al raffreddamento di un globo grosso quanto la terra, al segno della temperie attuale.

Si potrebbe soltanto credere, che il tempo del raffreddamento della terra dovesse essere ancora considerevolmente accresciuto; impe-

roc-

rocchè si suppone che il raffreddamento non si operi che per mezzo del contatto dell'aria, e che vi sia una gran differenza tra il tempo del raffreddamento nell'aria, e quello del raffreddamento nel vuoto: e siccome si deve supporre che la terra, e l'aria si sarebbono raffreddate in egual tempo nel vuoto, si dorà dire che bisogna aver riguardo a questo maggior tempo: eppure è facile il dimostrare che questa differenza è pochissimo considerevole. Imperciocchè quantunque la densità del mezzo, nel quale un corpo si raffredda, influisca qualche cosa sulla durata del raffreddamento, quest'effetto è ben minore di quello che si pensi: poichè per raffreddare i corpi gettati nel mercurio (il quale è undici mille volte più denso dell'aria) non bisogna altro tempo, che più che nove volte tanto, quanto è necessario a produrre il medesimo raffreddamento nell'aria.

La cagione principale del raffreddamento non è dunque il contatto del mezzo ambiente, ma la forza espansiva, che animando le parti del calore, e del fuoco, le scaccia fuori da' corpi, ne' quali risiedono, e direttamente le spinge dal centro alla circonferenza.

Paragonando nelle sperienze precedenti il tempo impiegato a riscaldare i globi di ferro, con quello che loro è necessario per raffreddare, si vedrà abbisognare per arroventirli la sesta parte e mezza incirca del tempo necessario per raffreddarli al segno di tenerli in mano, e la quindicesima parte e mezza in-

incirca per raffreddarli al grado della temperie attuale (5); di maniera che bisogna fare ancora una grandissima correzione nel testo di Nevvton sul calcolo, ch'egli fa del calore, che il Sole ha comunicato alla Cometa del 1680; poichè non essendo stata esposta questa Cometa al violento calore del Sole, se non per un picciol tempo, ella non ha potuto riceverlo, che in proporzione, e non già tutto intero, come Nevvton par che supponga nel passo che segue: *Est calor Solis ut radiorum densitas, hoc est reciproce ut quadratum distantiæ locorum a Sole. Ideoque cum distantia cometæ a centro Solis Decemb. 8, ubi in perihelio versabatur, esset ad distantiam terræ a centro Solis, ut 6 ad 1000 circiter: calor Solis apud cometam eo tempore erat ad calorem Solis æstivi apud nos ut* 1000000 *ad* 36, *seu* 28000 *ad* 1. *Sed calor aqua-*

---

(5) *Nota*. Una palla d'un pollice, e quella d'un mezzo pollice sopratutto furon riscaldate in molto minor tempo, e non seguirono questa proporzrone del quindici e mezzo per uno: e ciò a motivo ch'essendo picciolissime, e poste in un gran fuoco, il calore, per così dire, le penetrò tutto in un tratto; cominciando però dalle palle del diametro d'un pollice e mezzo, la proporzione stabilita quì sopra trovasi esatta quanto basti per farne conto.

aquæ ebullientis eſt quaſi triplo major, quam calor quem terra arida concipit ad æſtivum Solem, ut expertus ſum, &c. Calor ferri candentis (ſi recte conjector) quaſi triplo vel quadruplo major quam calor aquæ ebullientis; ideoque calor, quem terra arida apud cometam in perihelio verſantem ex radiis ſolaribus concipere poſſet, quaſi 2000 vicibus major quam calor ferri candentis. Tanto autem calore vapores & exhalationes, omniſque materia volatilis ſtatim conſumi ac diſſipari debuiſſent.

Cometa igitur in perihelio ſuo calorem immenſum ad Solem concepit, & calorem illum diutiſſimè conſervare poteſt.

Prima d'ogni altra coſa io noterò, che Nevvton fa quì il calore del ferro rovente molto minore di quello che è di fatti, e di quello che ha detto egli ſteſſo in una Memoria, che ha per titolo *Scala del calore*, e che egli pubblicò nelle Tranſazioni Filoſofiche del 1701, cioè molti anni dopo la pubblicazione del ſuo *Libro de' Principj*. In queſta Memoria ch'è eccellente, e che racchiude il germe di tutte le idee, ſulle quali in appreſſo ſi ſono fabbricati i termometri, ſi vede che Nevvton dietro ad alcune eſattiſſime eſperienze coſtituiſce il calor dell' acqua bollente tre volte più grande di quello del Sole nella ſtate: quello dello ſtagno fuſo ſei volte più grande: quello del piombo fuſo otto volte, quello del regolo fuſo dodici volte: e quello del fuoco d'un camino ordinario ſedici o diciaſette volte più grande di quello del

del Sole d' eſtate; dal che ſi deve conchiudere, che il calore del ferro rovente ſia ancora molto più grande, poichè per infuocare il ferro fino a quel ſegno, fa d' uopo d' un ſuoco coſtantemente animato dal mantice. Par che così la ſenta anche Nevvton, e voglia che queſto calore del ferro rovente ſia ſette o otto volte più grande di quello dell' acqua bollente: onde, ſeguendo Nevvton iſteſſo, biſogna cangiare tre parole al paſſo precedente, e leggere, *calor ferri candentis eſt quaſi triplo* (*ſextuplo*) *vel quadruplo* (*octuplo*) *major quam calor aquæ ebullientis; ideoque calor apud cometam in perihelio verſantem quaſi* 2000 (1000) *vicibus major quam calor ferri candentis*; e così diminuire della metà il calore di queſta Cometa, paragonato a quello del ferro rovente.

Ma queſta diminuzione (che non è che relativa) è un niente in ſe ſteſſa, e niente in paragone della diminuzione reale, e grandiſſima, che riſulta dalla noſtra prima conſiderazione. Acciocchè la Cometa aveſſe ricevuto queſto calore mille volte maggiore di quello del ferro rovente, biſognava ch' ella dimorata ſi foſſe per un tempo ben lungo nelle vicinanze del Sole: ma è paſſata rapidiſſimamente, maſſime alla più piccola diſtanza, e ſulla quale ſola ha Nevvton ſtabilito il ſuo calcolo di paragone. Agli 8 di Dicembre 1680 ella era a $\frac{6}{1000}$

dalla distanza della terra al centro del Sole: ma il giorno precedente, o il giorno appresso, cioè ventiquattro ore avanti, e ventiquattro ore dopo, era già in una distanza sei volte più grande, ove per conseguenza il calore era trentasei volte minore.

Se si volesse dunque conoscere la quantità del calore comunicato alla Cometa dal Sole, ecco come se ne potrebbe fare un calcolo giustissimo, e nel tempo stesso il paragone con quello del ferro rovente, per mezzo delle mie esperienze.

Noi supporremo come un fatto, che questa Cometa abbia impiegato seicento sessantasei ore per discendere a quel punto, in cui fosse tanto dal Sole discosta, quanto n'è la terra, nel qual punto per conseguenza ricevuto abbia un calore eguale a quello che la terra riceve dal Sole, e che io quì prendo per l'unità; supporremo inoltre, che per risalire dal punto più basso del suo perielio a questa distanza medesima, abbia impiegato la Cometa altre seicento sessantasei ore: e vedremo che (supposto il suo movimento uniforme) essendo al punto più basso del suo perielio, cioè a $\frac{6}{1000}$ di distanza della terra al Sole, il calore che la medesima ha ricevuto in questo momento sarà stato ventisette mila settecento settantasei volte maggiore di quello che riceve la terra; quindi dando a questo movimento una durata di 80 mi-

minuti, cioè di 40 nel discendere, ed altrettanti nel salire, si avrà

A 6 di distanza, 27776 di calore duranti gli 80 minuti.

A 7 di distanza, 20408 di calore nello spazio degli 80 minuti.

A 8 di distanza, 1,625 di calore nello spazio costante di 80', e così proseguendo fino alla distanza 1000, nella quale il calore è 1. Sommando tutt' i calori a ciascuna distanza, si troverà 363410 per la somma totale del calore, che la Cometa ha ricevuto dal Sole, tanto nel discendere, quanto nel rimontare; moltiplicando questa somma per lo tempo, cioè per $\frac{4}{3}$ d'ora, si avrà dunque 484547 da dividersi per 2000, che rappresenta il calore totale, che la terra ha ricevuto in questo medesimo spazio di 1332 ore, poichè la distanza è sempre 1000, ed il calore sempre = 1; quindi noi avremo $242 \frac{547}{2000}$ pel calore, che la Cometa ha ricevuto di più della terra, durante tutto il tempo del suo perielio, invece di 28000, come suppone Nevvton, non prendendo che il punto estremo, e non facendo attenzione alcuna alla piccola durata del tempo.

E bisognerebbe diminuire ancora questo calore $242 \frac{547}{2000}$, poichè la Cometa, per la sua accelerazione, scorreva tanto più di cam-

mino nello stesso spazio di tempo, quanto era più vicina al Sole.

Ma non facendo caso di questa diminuzione, ed ammettendo che la Cometa abbia ricevuto di fatti un calore a un di presso duecento quarantadue volte più grande di quello del nostro Sole d'Estate, e conseguentemente $17\frac{2}{7}$ maggiore di quello del ferro ardente, seguendo il calcolo di Nevvton, o solamente dieci volte più grande seguendo la correzione da farsi a questo calcolo, devesi supporre, che per eccitare un calore dieci volte maggiore di quello del ferro rovente, vi bisognerebbe dieci volte più tempo, cioè 13320 ore invece 1332. Quindi alla Cometa può paragonarsi un globo di ferro, che per farlo arroventire avesse sofferto l'azione d'un fuoco di fucina nel tempo di 13320 ore.

Si vede adunque dalle mie sperienze, che la serie de' tempi necessarj a riscaldare alcuni globi, i diametri dei quali vadano crescendo, come

1, 2, 3, 4, 5, ... n mezzi pollici, è a un di presso

$$2', 5'\tfrac{1}{2}, 9', 12'\tfrac{1}{2}, 16' \ldots \frac{7n-3}{2} \text{ minuti.}$$

Si avranno dunque $\frac{7n-3}{2} = 799200$ min.

Donde s'avrà $n = 228342$ mezzi pollici.

Quindi col fuoco di fucina, nello spazio di 799200 minuti, ossia 13320 ore, non si po-

potrà far divenir rovente che un globo del diametro di 228342 mezzi pollici, e per conseguenza, acciocchè tutta la massa della Cometa si riscaldasse al segno del ferro rovente nel poco tempo, ch'è stata esposta agli ardori Solari, ella non doveva eccedere li 228342 mezzi pollici di diametro, anche supponendo che fosse stata percossa in tutte le sue parti, e nel medesimo tempo, dalla luce del Sole; donde risulta, che supponendola più grande, bisogna necessariamente supporre maggior tempo nella medesima ragione di n a $\frac{7n - 3}{2}$; di maniera che, per esempio, se si voglia supporre la Cometa eguale alla Terra, si avrà $n = 941461920$ mezzi pollici, e $\frac{7n - 3}{2} = 3295116718$ minuti, cioè invece di 13320 ore, ne bisognerebbero 54918612; o se invece di un'anno vogliansi 190 giorni, bisognerebbero 6269 anni per arroventire un globo grosso quanto la terra; e per la stessa ragione la Cometa invece di aver soggiornato sole 1332 ore, o 55 giorni e 12 ore in tutto il suo perielio, doveva dimorarvi per 392 anni. Quindi le Comete coll'accostarsi al Sole, non ricevono elleno già un calore immenso, nè moltissimo tempo durevole, come dice Nevvton, e come saremmo a prima vista inclinati a credere, ma il loro soggiorno in vicinanza

di quest' astro è così breve, che la loro massa non ha tempo di riscaldarsi, e che quasi la sola parte superficiale esposta al Sole, può essere abbruciata da questi istanti di calore estremo, il quale calcinando, e volatilizzando la materia di questa superficie, la caccia fuori in vapori, e in polvere dalla parte opposta al Sole; e ciò che noi chiamiamo *la coda della Cometa*, altro non è che la luce medesima del Sole resa sensibile (come in una camera oscura) da questi atomi, che il calore, quanto è più violento, spigne tanto più lungi.

Ma un' altra considerazione molto diversa da questa, ed anche più importante si è, che per applicare il risultato delle nostre sperienze, e del nostro calcolo alla Cometa, ed alla Terra, bisogna supporle composte di materie, che esiggano per raffreddarsi tanto tempo, quanto il ferro; mentre che realmente le materie principali, onde il globo terrestre è composto, come le argille, la pietra arenosa (*), le pietre, ec. debbono raffreddarsi in tempo molto minore che il ferro.

Per esser sicuro di ciò ho fatto fabbricare alcuni

(*) Per maggior chiarezza noteremo, che il *grès* dell' originale, che quì ed altrove abbiam tradotto *pietra arenosa* è il *lapis arenarius vulgaris* del de Bomare, ossia il *saxum arenarium* di VValler.

cuni globi d'argilla, e di pietra arenosa, e fattoli riscaldare alla stessa fucina fino al grado di roventezza, ed ho trovato che i globi d'argilla di due pollici raffreddano a segno di poter esser tenuti in mano in trentotto minuti, quei di due pollici e mezzo in quarantotto, e quelli di tre pollici in sessanta: il qual tempo paragonato a quello del raffreddamento de' globi di ferro del diametro medesimo di due pollici, di due pollici e mezzo, tre pollici, dà i rapporti di 38 a 80 per due pollici, 48 a 102 per due pollici, e 60 a 127 per tre pollici; locchè forma un poco meno di 1 a 2; di maniera che per lo raffreddamento dell'argilla v'abbisogna più della metà del tempo necessario al raffreddamento del ferro.

Ho trovato ancora, che i globi di pietra arenosa di due pollici, si sono raffreddati a segno di poter esser tenuti in mano nello spazio di quarantacinque minuti: quei di due pollici e mezzo in cinquantotto minuti: e quelli di tre pollici in sessantacinque; il qual tempo paragonato a quello del raffreddamento de' globi di ferro di questi medesimi diametri, dà i rapporti di 46 a 80 per due pollici, di 58 a 102 per due pollici e mezzo, e di 75 a 127 per tre pollici, locchè forma a un di presso la ragione di 9 a 5; sicchè per lo raffreddamento della pietra arenosa si richiede più della metà del tempo necessario al raffreddamento del ferro. Riguardo a queste sperienze bisogna osservare, che i globi

d' argilla fatti arroventire, hanno perduto del loro peso più che i globi di ferro, e fino alla nona e decima parte del peso; laddove la pietra arenosa, riscaldata al fuoco medesimo, non perde quasi niente affatto del suo peso, abbenchè tutta la superficie si copra di smalto, e si riduca in vetro. Essendomi cotal fatto sembrato singolare, ho ripetuto l' esperienza molte volte, facendo anche rinforzar il fuoco, e continuarlo più a lungo, che pel ferro; e quantunque il terzo del tempo necessario ad arroventire il ferro fusse bastato quasi ad arroventire la pietra arenosa, io però l' ho tenuta esposta a questo fuocó il doppio, e il triplo del tempo, per vedere se perdesse di più, ma non mi sono accorto che di leggerissime diminuzioni; imperciocchè il globo di due pollici, il quale prima che si mettesse al fuoco pesava sette once, due dramme, e trenta grani, riscaldato per otto minuti, non ha perduto che quarantun grani, i quali non fanno la centesima parte del suo peso; quello di due pollici e mezzo, il quale pesava quattordici once, due dramme, otto grani, essendo stato riscaldato per dodici minuti, non ha perduto che la cencinquantesima quarta parte del suo peso; e quello di tre pollici del peso di ventiquattro once, cinque dramme, e tredici grani, riscaldato per diciotto minuti, cioè a un dipresso tanto quanto il ferro, ha perduto solo settantotto grani; locchè non monta che alla centottantunesima parte del suo peso. Queste per-

di-

dite sono cotanto piccole, che potrebbonsi considerare come nulle, ed asserire francamente che in generale la pietra arenosa pura niente perde del suo peso al fuoco; perchè mi pareva, che le picciole diminuzioni da me pocanzi riferite, sien derivate dalle parti ferrigne, che trovate si sono in queste pietre arenose distrutte in parte per mezzo del fuoco.

Una cosa più generale, e degna d' essere osservata si è, che le durate del calore nelle differenti materie esposte al medesimo fuoco per un egual tempo, trovansi sempre nella proporzione medesima, o che il grado di calore sia più grande, o che sia più piccolo; di maniera che, per esempio, se si riscaldi il ferro, la pietra arenosa, e l' argilla ad un fuoco violento, cosicchè faccian d' uopo ottanta minuti per raffreddare il ferro a segno di poterlo toccare, quarantasei minuti per raffreddare al medesimo segno la pietra arenosa, e trentotto per raffreddare l' argilla: e che ad un calore minore siano, per esempio, necessarj solo diciotto minuti per raffreddare il ferro al medesimo segno di poterlo toccare, proporzionatamente poco più di dieci minuti bisogneranno per raffreddare la pietra arenosa, e circa otto minuti e mezzo per raffreddare l' argilla al segno medesimo.

Ho fatto simili sperienze sui globi di marmo, di pietra, di piombo, e di stagno ad un calore solamente tale che incominciasse a fondere lo stagno, ed ho trovato, che raffreddandosi il ferro al segno di poterlo tene-

re in mano nello spazio di diciotto minuti: il marmo raffreddava allo stesso segno in dodici minuti, la pietra in undici, il piombo in nove, e lo stagno in otto minuti.

Non è dunque proporzionatamente alla loro densità, come credesi volgarmente, che i corpi ricevono, e perdono più, o men presto il calore (6), ma bensì in un rapporto molto diverso, il quale è in ragione inversa della loro solidità, cioè della loro maggiore o minore *non fluidità*: talmente che col medesimo calore, vi bisogna meno di tempo per riscaldare, e raffreddare il fluido più denso, di quello che vi bisogni per riscaldare o raffreddare allo stesso grado un solido men denso. Nelle seguenti Memorie io darò la dichiarazione intera di questo principio, dal quale dipende tutta la teoria del progresso del calore; ed affinchè ciò, che asserisco non sembri insussistente, eccovi in poche parole il fondamento di questa teoria.

Riflettendo adunque ho trovato, che i corpi che si riscalderebbero in ragione del loro diametro, non potrebbero essere che quelli, i quali fossero perfettamente permeabili al calore, e che questi sarebbero nel tempo stesso

---

(6) Veggasi la Chimica di Boerrhave. *Parte prima*, *pag.* 266, *e* 276, ed altresì 150, 264, *e* 267. —— Musschenbroek, *Essais de Physique*, *pag.* 94, *e* 969, *ec.*

ſo quelli, i quali ſi potrebbero riſcaldare, e raffreddare in minor tempo. Quindi ho creduto che i fluidi, le cui parti tutte legate non ſono che debolmente fra loro, s'avvicinavano a queſta perfetta permeabilità piucchè i corpi ſolidi, le cui parti hanno molto maggior coerenza che quelle dei fluidi.

In conſeguenza di ciò ho fatto alcune ſperienze, dalle quali m'è riſultato, che col medeſimo calore tutt'i fluidi, per denſi che ſieno, ſi ſcaldano, e raffreddano più prontamente di qualunque ſolido il più leggiero che ſia: coſicchè, per eſempio, il mercurio paragonato col legno, ſi ſcalda molto più preſto, quantunque ſia quindici o ſedici volte più denſo.

Queſto mi ha fatto conoſcere, che il progreſſo del calore ne' corpi non deve in verun caſo farſi relativamente alla loro denſità: e difatti mi ſono convinto coll'eſperienza, che queſto progreſſo, tanto nei ſolidi, quanto ne' fluidi, ſia piuttoſto in ragione della loro fluidità, ovvero anche in ragion inverſa della loro ſolidità. E ſiccome queſta parola *ſolidità* ha molti ſignificati, egli è neceſſario ſpiegare il ſenſo, nel quale io quì l'intendo. *Solido*, e *ſolidità* diconſi in Geometria relativamente alla grandezza, e ſi prendono per lo volume de' corpi; *ſolidità* ſi dice ſpeſſo in Fiſica relativamente alla denſità, cioè alla maſſa contenuta ſotto un dato volume; *ſolidità* s'uſa qualche volta ancora relativamente alla durezza, cioè alla re-

ſiſtenza che i corpi oppongono, allorchè vogliamo intaccarli. Or io in niſſuno di queſti ſenſi mi ſervo quì di queſta parola, ma in un ſignificato, che dovrebb' eſſer il primo, poichè è il più proprio. Intendo unicamente per *ſolidità* la qualità oppoſta alla fluidità, e dico, che in ragione inverſa di queſta qualità ſi propaga il calore nella maggior parte de' corpi, e ch' eglino tanto più preſto ſi ſcaldano, o ſi raffreddano, quanto ſono più fluidi, e tanto più lentamente quanto ſono più ſolidi: purchè tutte le altre circoſtanze ſieno eguali.

E per dimoſtrare, che la ſolidità preſa in queſto ſenſo è indipendente affatto dalla denſità, l' eſperienza mi ha inſegnato che alcune materie più o men denſe ſi ſcaldano, e raffreddanſi più prontamente d' alcune altre ſoſtanze, più o men denſe; che, per eſempio, l' oro, e 'l piombo, i quali ſono molto più denſi del ferro, e del rame, nondimeno ſi ſcaldano e raffreddano molto più preſto: e che lo ſtagno ed il marmo, i quali ſono all' oppoſto men denſi, ſi ſcaldano e raffreddano molto più preſto del ferro, e del rame: e che lo ſteſſo accade di molte altre materie, le quali, quantunque più o men denſe, ſi ſcaldano e ſi raffreddano più prontamente che alcune altre, che ſono aſſai men denſe, o molto più denſe; di maniera che la denſità non è in conto alcuno relativa alla ſcala del progreſſo del calore ne' corpi ſolidi.

Per provare ciò parimente ne' fluidi, io ho

ho osservato che il mercurio, quantunque tredici o quattordici volte più denso dell' acqua, si scalda tuttavia e si raffredda in minor tempo dell' acqua: e che lo spirito di vino, ch' è anche men denso dell' acqua, si scalda pure e si raffredda più presto dell' acqua medesima; di maniera che generalmente il progresso del calore nei corpi, tanto per riguardo all' entrata, quanto all' uscita, non ha rapporto alcuno alla loro densità, e si opera principalmente in ragione della loro fluidità, estendendo la fluidità fino al solido, cioè risguardando la solidità come una *non fluidità*, più o men grande. Quindi mi son creduto obbligato a conchiudere, che noi conosceremmo di fatti il grado reale della fluidità nei corpi, riscaldandoli al medesimo calore; imperocchè la loro fluidità sarà nella ragion medesima di quella del tempo, durante il quale eglino riceveranno o perderanno questo calore; e lo stesso accaderà anche nei corpi solidi, i quali saranno tanto più solidi, cioè tanto più *non fluidi*, quanto maggior tempo sarà loro necessario ad acquistare e perdere questo calore medesimo: e ciò seguirà (per quanto io presumo) quasi generalmente, avendo io di già tentato coll' esperienza un buon numero di diverse materie, delle quali ho fatto una tavola, che mi sono studiato di rendere esatta, e compiuta, per quanto m' è stato possibile, la quale si troverà nella seguente Memoria.

ME-

MEMORIA SECONDA.

Continuazione di Esperienze sul progresso del calore nelle differenti sostanze minerali.

HO fatto fare un gran numero di globi, tutti il più precisamente che ho potuto, d'un pollice di diametro, delle seguenti materie, le quali possono quì a un di presso rappresentare il regno minerale.

	onc.	dram.	gr.
Oro purissimo diligentemente raffinato dal Sig. Tillet dell' Accademia delle Scienze, il quale ha fatto a mia istanza lavorare questo globo, pesa	6.	2.	17.
Piombo, pesa	3.	6.	28.
Argento purissimo, lavorato come sopra, pesa	3.	3.	22.
Bismuto, pesa	3.	0.	3.
Rame rosso, pesa	2.	7.	56.
Ferro, pesa	2.	5.	10.
Stagno, pesa	2.	3.	48.
Antimonio fuso, che aveva alcune piccole cavità alla superficie, pesa	2.	1.	34.
Zinco, pesa	2.	1.	2.
Smeriglio, pesa	1.	2.	24½
Marmo bianco, pesa	1.	0.	25.
Pietra arenosa pura, pesa	0.	7.	24.

Mar-

	onc.	dram.	gr.
Marmo comune di Montbard, pesa ————————	o.	7.	20.
Pietra calcarea dura, e griggia di Montbard, pesa ————	o.	7.	20.
Gesso bianco, impropriamente detto *Alabastro*, pesa ——	o.	6.	36.
Pietra calcarea bianca statuaria della cava di pietre d'Anieres presso Dijon, pesa ————	o.	6.	36.
Cristallo di monte quello era un poco troppo piccolo, ed aveva molti difetti, ed alcune picciole fenditure superficiali, senza delle quali io presumo che sarebbe pesato oltre una dramma di più, pesa ——.——.——	o.	6.	22.
Vetro comune, pesa ————	o.	6.	21.
Terra argillosa pura non cotta, però secchissima, pesa ——	o.	6.	16.
Ocra, pesa ————————	o.	5.	9.
Porcellana del Sign. Conte di Lauraguais, pesa ————	o.	5.	$2\frac{1}{2}$
Creta bianca, pesa ——.——	o.	4.	49.
Pietra pomice con molte picciole cavità alla superficie, pesa ——— —.——.——	o.	1.	69.
Legno di ciriegio, il quale, quantunque più leggiero della quercia, e della maggior parte degli altri legni, è quello fra tutti che meno si altera al fuoco, pesa ——.——	o.	1.	55.

Io

Io debbo avvertire, che non bisogna contare molto su i pesi riferiti in questa tavola, per conchiudere sul peso specifico esatto di ciascuna materia; perocchè per quanta diligenza io abbia usata per render i globi eguali, essendo stato obbligato a valermi di operai di diversi mestieri, alcuni mi hanno fatti i globi più grossi, ed altri più piccoli. Procurai d'impicciolire quei che avevano più d'un pollice di diametro, ma certi, ch'erano alquanto più piccoli, come quei di cristallo di monte, di vetro, e di porcellana, si sono lasciati come erano, avendo solamente rigettati quelli di agata, di diaspro, di porfido, e di pietra nefritica per essere sensibilmente troppo piccoli. Questo grado però di precisione di grossezza difficilmente ottenibile, non era poi assolutamente necessario, non potendo che ben di poco cangiare il risultato delle mie esperienze.

Prima d'aver ordinati tutti questi globi d'un pollice di diametro, io aveva già sottoposta al medesimo fuoco una massa quadrata di ferro, ed un'altra di piombo di due pollici in tutte le loro dimensioni, ed avea trovato per mezzo di replicate prove, che il piombo si riscaldava più presto, e si raffreddava in molto minor tempo del ferro. Ho fatto la medesima prova col rame rosso, e questo ha bisogno ancora di maggior tempo per iscaldarsi e raffreddarsi che il piombo, e meno che il ferro: cosicchè fra queste tre materie il ferro mi sembrò il meno accessibile al

al calore, ed il più atto a trattenerlo lungamente. Questo mi ha fatto conoscere, che la legge del progresso del calore, o della sua entrata, e uscita ne' corpi non fosse per conto alcuno proporzionale alla loro densità, poichè il piombo ch'è più denso del ferro, e del rame, si scalda tuttavia, e si raffredda in minor tempo di questi due altri metalli. Essendomi quest'oggetto sembrato interessante, ho fatto fare i miei piccioli globi, per assicurarmi più esattamente, sopra un buon numero di diverse materie, del progresso del calore in ciascuna. Io ho sempre collocati i globi ad un pollice di distanza uno dall'altro avanti allo stesso fuoco, o nel medesimo forno, due o tre, quattro o cinque, ec. insieme, durante lo stesso tempo, con un globo di stagno in mezzo degli altri. Nella maggior parte delle sperienze io lasciava i globi esposti alla medesima azione del fuoco, finchè quello di stagno cominciava a fondersi, nel qual istante si toglievano via tutti insieme, ponevansi su di una tavola entro alcune casucce disposte per riceverli, nelle quali lasciavansi raffreddare senza moverli, provando frequentemente a toccarli: e nel momento, in cui cominciavano a non abbruciare più le dita, e che poteva trattenerli in mia mano per un mezzo secondo, notava il numero dei minuti ch'erano scorsi dopo essere stati ritirati dal fuoco. Li lasciava poi tutti raffreddare al grado della temperie attuale, del quale procurava di giudicare per mez-

mezzo d' altri piccioli globi della ſteſſa materia che non erano ſtati riſcaldati, e ch' io andava toccando nel tempo ſteſſo, che quelli che raffreddavano. Fra tutte le materie da me meſſe alla prova, il ſolo zolfo ſi fonde a un grado di calore minore dello ſtagno; e malgrado il cattivo odore del ſuo vapore, io l' avrei ſcelto per termine di paragone: ma ſiccome è deſſo una materia friabile, e che viene a diminuire per lo sfregamento, così ho preferito lo ſtagno, quantunque eſigga per fonderſi il doppio quaſi di calore ch' è neceſſario per fondere il ſolfo.

I.

Nella prima ſperienza la palla di piombo, e quella di rame riſcaldate per lo ſteſſo ſpazio di tempo, ſi ſono raffreddate nell' ordine ſeguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un minuto ſecondo.		*Raffreddate al ſegno della temperie attuale.*	
	minuti		minuti
Piombo, in —	8.	In ———	23.
Rame, in ——	12.	In ———	35.

II.

Avendo fatto ſcaldare inſieme allo ſteſſo fuoco alcune palle di ferro, di rame, di piombo, di ſtagno, di pietra arenoſa, e di marmo di Montbard, ſi ſono raffreddate nell' ordine ſeguente.

Raf-

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo. minuti	*Raffreddate alla temperie attuale.* minuti
Stagno, in - — 6. $\frac{1}{2}$	In -——-—— 16.
Piombo, in -- 8.	In ————-- 17.
Pietra arenosa, in-8.	In ——-——-- 19.
Marm. comu. in 10.	In ——-——- 21.
Rame, in ---- 11 $\frac{1}{2}$	In ————-- 30.
Ferro, in --- 13.	In ————-- 38.

III.

Nella seconda esperienza ad un fuoco più ardente, ed al segno d'aver fusa la palla di stagno, le altre cinque palle si sono raffreddate nelle proporzioni seguenti.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo. minuti	*Raffreddate alla temperie attuale.* minuti
Piombo, in --- 10 $\frac{1}{2}$	In ————-. 42
Pietra arenosa, in 12 $\frac{1}{2}$	In ———— 46.
Marm. comu. in-- 13 $\frac{1}{2}$	In ——-—— 50.
Rame, in —— 19 $\frac{1}{2}$	In ——-—— 51.
Ferro, in —— 23 $\frac{1}{2}$	In ——-—— 54.

IV.

In una terza esperienza ad un grado di fuoco minore del precedente, le medesime palle con un nuovo globo di stagno, si sono raffreddate nell'ordine seguente.

Raf-

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo. minuti	*Raffreddate alla temperie attuale.* minuti
Stagno, in — 7 $\frac{1}{2}$	In — 25.
Piombo, in — 9 $\frac{1}{2}$	In — 35.
Pietra arenos. in - 10 $\frac{1}{2}$	In — 37.
Marm. comu. in - 12.	In — 39.
Rame, in — 14.	In — 44.
Ferro, in — 17.	In — 50.

Da queste esperienze fatte con quella precisione che mi fu possibile, si può conchiudere.

1. Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento del rame a segno di poterlo tener in mano : : 53 $\frac{1}{2}$: 45; ed al segno della temperie : : 142 : 125.

2. Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del primo raffreddamento del marmo comune : : 53 $\frac{1}{2}$: 35 $\frac{1}{2}$; ed a quello del totale raffreddamento : : 142 : 110.

3. Che il tempo del raffreddamento del ferro è al tempo del raffreddamento della pietra arenosa al segno di poterle tener in mano : : 53 $\frac{1}{2}$: 32; e : : 142 : 102 $\frac{1}{2}$ per lo totale raffreddamento.

4. Che il tempo del raffreddamenro del ferro è a quello del raffreddamento del piombo a segno di poterli tenere in mano : :

53

$53 \frac{1}{2}$: 27 ; e : : 142 : $94 \frac{1}{2}$ per lo raffreddamento totale.

V.

Siccome due ſole ſperienze vi erano pel paragone del ferro collo ſtagno, così ho voluto farne una terza, nella quale lo ſtagno raffreddò fino a tenerlo in mano, in 8 minuti: e per intero, cioè alla temperie dell' aria, in 32 minuti: ed il ferro s' è raffreddato a poterlo tener in mano in 18 minuti, e totalmente raffreddato in 48; coſicchè la proporzione trovata nelle tre ſperienze, è:

1. Pel primo raffreddamento del ferro paragonato a quello dello ſtagno : : 48 : 22; e : : 136 : 73 per l' intero loro raffreddamento.

2. Che i tempi del raffreddamento del rame ſono a quei del raffreddamento del marmo comune : : 45 : $35 \frac{1}{2}$ pel primo raffreddamento; e : : 125 : 110 pel raffreddamento alla temperie dell' aria.

3. Che i tempi del raffreddamento del rame ſono a quelle del raffreddamento della pietra arenoſa : : 45 : 33 pel primo raffreddamento; e : : 125 : 102 per lo raffreddamento alla temperie attuale.

4. Che i tempi del raffreddamento del rame ſono a quei del raffreddamento del piombo : : 45 : 27 pel primo raffreddamento; e : : 125 : $94 \frac{1}{2}$ per lo totale.

VI.

VI.

Essendovi due sole sperienze del rame collo stagno, io ne ho fatto una terza, nella quale il rame si è raffreddato fino a tenerlo in mano nel termine di 18 minuti, ed interamente in 49; e lo stagno si è raffreddato al primo punto in 8 minuti e $\frac{1}{2}$, ed all' ultimo in 30 minuti, donde si può conchiudere,

1.° Che il tempo del raffreddamento del rame è a quello del raffreddamento dello stagno al segno di poterli tener in mano : : $43\frac{1}{2}$: $22\frac{1}{2}$; e : : 123 : 71 per l' intero lor raffreddamento.

2.° Dalle sperienze precedenti si può ancora conchiudere, che il tempo del raffreddamento del marmo comune è a quello del raffreddamento della pietra arenosa, al punto di tenerli in mano : : $36\frac{1}{2}$: 32; e : : 110 : 10? pel loro intero raffreddamento.

3. Che il tempo del raffreddamento del marmo comune è al tempo del raffreddamento del piombo, al segno di poterli soffrire : : $36\frac{1}{2}$: 28; e per l' intero : : 110 : $94\frac{1}{2}$.

VII.

Siccome eran due sole le sperienze per lo paragone del marmo comune, e dello stagno, io ne ho fatto una terza, nella quale lo stagno si è raffreddato fino a potersi tollerare in mano nel termine di 9 minuti, ed il marmo in 11: interamente poi lo stagno si è raffreddato in minuti 22 $\frac{1}{2}$, ed il marmo in

in 33. Quindi i tempi del raffreddamento del marmo sono a quelli del raffreddamento dello stagno, come 33 è a 24 $\frac{1}{2}$ riguardo al primo raffreddamento, e : : 93 : 64 riguardo al secondo.

VIII.

Non essendovi che due sperienze per lo confronto della creta arenosa, e del piombo collo stagno, io ne ho fatto una terza, facendo riscaldare insieme queste tre palle di pietra arenosa, di piombo, e di stagno, le quali raffreddarono nell'ordine seguente.

Raffreddate al segno di poterle tener in mano per un mezzo secondo. minuti	*Raffreddate all' attuale temperie.* minuti
Stagno, in — 7 $\frac{1}{2}$	In —— 23.
Piombo, in — 8 $\frac{1}{2}$	In —— 27.
Pietra arenos. in 10 $\frac{1}{2}$	In —— 28.

Donde si può conchiudere:

1. Che il tempo del raffreddamento del piombo è a quello del raffreddamento dello stagno al segno di poterli tenere in mano : : 25 $\frac{1}{2}$: 22 $\frac{1}{2}$; e : : 79 $\frac{1}{2}$: 64 per lo raffreddamento intero.

2. Che il tempo del raffreddamento della pietra arenosa è a quello del raffreddamento dello stagno al segno di tenerli in mano : : 30 : 21 $\frac{1}{2}$; e : : 84 : 64 per lo raffreddamento intero.

3. Dal-

3. Dalle quattro esperienze precedenti può conchiudersi inoltre, che il tempo del raffreddamento della pietra arenosa è a quello del raffreddamento del piombo, al segno di poterli tener in mano : : 42 $\frac{1}{2}$: 35 $\frac{1}{2}$, e per lo raffreddamento intero : : 130 : 121 $\frac{1}{2}$

IX.

In un forno riscaldato al segno di fondere lo stagno, quantunque ritirate ne fossero la bragia e le ceneri, ho fatto porre su d' un appoggio attraversato di fili di ferro, cinque palle lontane l' una dall' altra 9 linee incirca, dopo di che si è chiuso il forno, ed avendole ritirate a capo di 15 minuti raffreddaron nell' ordine seguente.

Raffreddate al segno di poterle tener in mano per un mezzo secondo.		*Raffreddate alla temperie attuale.*	
	minuti		minuti
Stagno fuso nella sua parte inferior. in	8	In	24.
Argento, in	14.	In	40.
Oro, in	15	In	46.
Rame, in	16 $\frac{1}{2}$	In	50.
Ferro, in	18	In	36.

X.

Nel medesimo forno ad un grado però di minor calore, le medesime palle con un' altra

tra di ſtagno, ſi ſono raffreddate nell' ordine ſeguente.

Raffreddate al ſegno di poterle tener in mano per un mezzo ſecondo. minuti	*Raffreddate alla temperie attuale.* minuti
Stagno, in —— 7.	In —————— 20.
Argento, in — 11.	In —————— 31.
Oro, in —— 12 $\frac{1}{2}$	In —————— 40.
Rame, in —— 14.	In —————— 43.
Ferro, in —— 16 $\frac{1}{2}$	In —————— 47.

XI.

Nel medeſimo forno, ad un grado di calore anche minore le ſteſſe palle ſi ſono raffreddate nelle proporzioni ſeguenti.

Raffreddate al ſegno di poterle tener in mano per un mezzo ſecondo. minuti	*Raffreddate alla temperie attuale.* minuti
Stagno, in —— 6.	In —————— 17.
Argento, in —— 9.	In —————— 26.
Oro, in —— 9 $\frac{1}{2}$	In —————— 28.
Rame, in —— 10.	In —————— 31.
Ferro, in —— 11.	In —————— 35.

Dalle quali ſperienze ſi deve conchiudere.

1. Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento del rame al ſegno di poterli trattenere in mano :: 11 + 16 $\frac{1}{2}$ + 18 : 10 + 14 + 16 $\frac{1}{2}$, o

: : $45\frac{1}{2}$: $40\frac{1}{2}$, secondo le tre sperienze presenti ; e siccome questo rapporto dalle sperienze precedenti (*articolo IV.*) è stato ritrovato : : $53\frac{1}{2}$: 45 , aggiugnendo questi tempi , si avrà 99 a $85\frac{1}{2}$ pel rapporto ancora più preciso del primo raffreddamento del ferro , e del rame ; e pel secondo , cioè per lo raffreddamento intero , essendo il rapporto risultante dalle sperienze presenti : : 35 + 47 + 56 : 31 + 43 + 50 , oppure : : 138 : 124 ; e : : 141 : 125 per le sperienze precedenti (*articolo IV.*) ; s'avrà , unendo questi tempi , 280 a 249 , pel rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento del ferro , e del rame .

2. Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento dell' oro, al segno di poterli tenere in mano : : $45\frac{1}{2}$: 37 ; ed al punto della temperie attuale : : 138 : 114.

3. Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento dell' argento , al segno di poterli tener in mano : : $45\frac{1}{2}$: 34 ; ed al segno della temperie attuale : : 138 : 97.

4. Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento dello stagno , al segno di soffrirli : : $45\frac{1}{2}$: 21 , secondo le presenti esperienze ; e : : 24 : 11 , secondo le precedenti (*articolo V.*) : onde aggiu-

giugnendo questi tempi s' avrà *69* $\frac{1}{2}$ a 32 per lo rapporto ancora più preciso del loro raffreddamento ; e pel secondo , il rapporto risultato dalle sperienze presenti essendo : : 138 : 61 , e per le sperienze precedenti (*articolo V.*) : : 136 : 73 ; unendo insieme questi tempi, s' avrà 274 a 134 per lo rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento del ferro , e dello stagno .

5. Che il tempo del raffreddamento del rame , è al tempo del raffreddamento dell' oro al segno di poterli tener in mano : : 40 $\frac{1}{2}$: 37 ; e : : 24 : 124 per lo raffreddamento intero.

6. Che il tempo del raffreddamento del rame a quello del raffreddamento dell'argento , al segno di poterli tener in mano , è 40 $\frac{1}{2}$: 34 , e per lo raffreddamento intero : : 124 : 97 .

7. Che il tempo del raffreddamento del rame è a quello del raffreddamento dello stagno , al segno di poterli tener in mano : : 40 $\frac{1}{2}$: 21 , secondo le sperienze presenti ; e : : 43 $\frac{1}{2}$: 22 $\frac{1}{2}$, secondo le precedenti (*articolo VI.*) ; onde unendo questi tempi , si avrà 84 a 43 $\frac{1}{2}$, pel rapporto ancora più preciso del loro primo raffreddamento ; e pel secondo siccome il rapporto che risulta dalle sperienze presenti , è : : 124 : 61 , e quello delle precedenti (*articolo VI.*) , è : :

 123 :

123 : 71, si avrà, unendo questi tempi 247 a 132 pel più preciso rapporto del raffreddamento intero del rame, e dello stagno.

8. Che il tempo del raffreddamento dell' oro è a quello del raffreddamento dell' argento, al segno di poterli tener in mano : : 37 : 34; e per lo raffreddamento intero di tutti due, è : : 114 : 97.

9. Che il tempo del raffreddamento dell' oro a quello del raffreddamento dello stagno, al segno di poterli tenere in mano, è : : 37 : 21; e per lo raffreddamento intero : : 114 : 61.

10. Che il tempo del raffreddamento dell' argento a quello del raffreddamento dello stagno, al segno di poterli tener in mano, è : : 34 : 21; e : : 97 : 61 per lo raffreddamento intero.

XII.

Avendo messo nel medesimo forno cinque palle collocate egualmente, e separate l'una dalle altre, il loro raffreddamento seguì nelle seguenti proporzioni.

Raffreddate al segno di poterle soffrire in mano per un mezzo secondo.	*Raffreddate alla temperie attuale.*
minuti	minuti
Antimonio, in — 6 $\frac{1}{2}$	In ——— 25.
Bismuto, in — 7.	In ——— 26.
Piombo, in — 8.	In ——— 27.
Zinco, in —— 10 $\frac{1}{2}$	In ——— 30.
Smeriglio, in — 11 $\frac{1}{2}$	In ——— 38.

XIII.

XIII.

Avendo ripetuta questa sperienza con un grado di calore maggiore di quello, col quale si sono fusi lo stagno, ed il bismuto, le altre palle raffreddarono nell' ordine seguente.

Raffreddate al segno di poterle soffrire in mano per un mezzo secondo.		*Raffreddate alla temperie attuale.*
	minuti	minuti
Antimonio, in	7 $\frac{1}{2}$	In 28.
Piombo, in	9 $\frac{1}{2}$	In 39.
Zinco, in	14.	In 44.
Smeriglio, in	16.	In 50.

Avendo poi messo nel medesimo forno, e nella maniera medesima un' altra palla di bismuto con sei altre, esse raffreddarono nella progressione seguente.

Raffreddate al segno di poterle soffrire in mano per un mezzo secondo.		*Raffreddate alla temperie attuale.*
	minuti	minuti
Antimonio, in	6.	In 23.
Bismuto, in	6.	In 25.
Piombo, in	7 $\frac{1}{2}$	In 28.
Argento, in	9 $\frac{1}{2}$	In 30.
Zinco, in	10 $\frac{1}{2}$	In 32.
Oro, in	11.	In 32.
Smeriglio, in	13 $\frac{1}{2}$	In 39.

XV.

Avendo rifatta queſta ſperienza colle ſette medeſime palle, l' ordine del loro raff reddamento fu il ſeguente.

Raffreddate al ſegno di poterle ſoffrire in mano per un mezzo ſecondo. minuti		*Raffreddate alla temperie attuale.* minuti
Antimonio, in --	$6\frac{1}{2}$	In ——— 23.
Biſmuto, in ----	$7\frac{1}{2}$	In ——— 31.
Piombo, in ——	$7\frac{1}{2}$	In ——— 29.
Argento, in --	$11\frac{1}{2}$	In ——— 32.
Zinco, in ——	$13\frac{1}{2}$	In ——— 38.
Oro, in ——	15.	In ——— 41.
Smeriglio, in —	15.	In ——— 44.

Da tutte queſte ſperienze, che ſono ſtate fatte con accuratezza, ed in preſenza di due o tre perſone, che meco han giudicato dal tatto, e dall' aver tenuto nella mano le diverſe palle durante un mezzo ſecondo, biſogna conchiudere.

1. Che il tempo del raffreddamento dello ſmeriglio è a quello del raffreddamento dell' oro, al ſegno di poterli tener in mano $:: 28\frac{1}{2} : 25$; e $:: 83 : 73$ per lo raffreddamento intero.

2. Che il tempo del raffreddamento dello ſmeriglio a quello del raffreddamento del zinco, al ſegno di poterli toccare, è $:: 56 :$

48

$48\frac{1}{2}$; e : : 171 : 144 per lo raffreddamento intero.

3. Che il tempo del raffreddamento dello ſmeriglio a quello del raffreddamento dell'argento al grado di poterli tenere in mano, è : : $28\frac{1}{2}$: 21, e : : 83 : 62 per lo raffreddamento intero.

4. Che il tempo del raffreddamento dello ſmeriglio è a quello del raffreddamento del piombo, al ſegno di poterli ſoffrire : : 56 : $32\frac{1}{2}$, e : : 171 : 123 per lo raffreddamento intero.

5. Che il tempo del raffreddamento dello ſmeriglio a quello del raffreddamento del biſmuto, al ſegno di ſoffrirli, è : : 40 : $20\frac{1}{2}$, e : : 121 : 80 per lo raffreddamento intero.

6. Che il tempo del raffreddamento dello ſmeriglio a quello del raffreddamento dell' antimonio, è : : 56: $26\frac{1}{2}$ al ſegno di poterli tenere in mano, e : : 171 : 99 alla temperie attuale.

7. Che il tempo del raffreddamento dell' oro, al ſegno di poterlo tenere in mano, è a quello del raffreddamento del zinco : : 25 : 24: e : : 73: 70 per lo raffreddamento intero.

8 Che il tempo del raffreddamento dell' oro al tempo del raffreddamento dell'argento, al ſegno di poterli tener in mano, è ſecondo le ſperienze preſenti : : 25 : 21, e ſecondo le precedenti (*articolo XI.*) : : 37:34.

Quindi si avrà, aggiugnendo questi tempi, 62 a 55, pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto dato dalle sperienze presenti essendo : : 73 : 62; e : : 114 : 97 per le sperienze precedenti (*articolo XI.*), si avrà, unendo questi tempi, 187 : 159 pel più preciso rapporto dell' intero loro raffreddamento.

9. Che il tempo del raffreddamento del piombo al grado di poterli tener in mano, è : : 25 : 15, e : : 73 : 57 per lo raffreddamento intero.

10. Che il tempo del raffreddamento dell' oro a quello del raffreddamento del bismuto, al segno di poterli soffrire, è : : 25 : 13$\frac{1}{2}$, e per lo raffreddamento intero : : 73 : 56.

11. Che il tempo del raffreddamento dell' oro a quello del raffreddamento dell' antimonio, al segno di poterli soffrire, è : : 25:12$\frac{1}{2}$: e : : 73 : 46 per lo raffreddamento intero.

12. Che il tempo del raffreddamento del zinco al segno di poterlo tenere in mano è al tempo del raffreddamento dell' argento : : 24 : 21; e : : 70 : 62 per lo raffreddamento intero.

13. Che il tempo del raffreddamento del zinco a quello del raffreddamento del piombo al segno di poterli soffrire è : : 48$\frac{1}{2}$: 32$\frac{1}{2}$; e per lo raffreddamento intero : : 144 : 123.

14.

14. Che il tempo del raffreddamento del zinco è a quello del raffreddamento del bismuto al segno di poterli soffrire :: $34\frac{1}{2}$: $20\frac{1}{2}$ e :: 100 : 80 per lo raffreddamento intero.

15. Che il tempo del raffreddamento del zinco a quello del raffreddamento dell' antimonio al segno di poterli soffrire, è :: $48\frac{1}{2}$: $26\frac{1}{2}$; e 144 : 99 per lo raffreddamento intero.

16. Che il tempo del raffreddamento dell' argento è al tempo del raffreddamento del bismuto, al segno di poterli tenere in mano :: 21 : $13\frac{1}{2}$, e :: 62 : 56 per lo raffreddamento intero.

17. Che il tempo del raffreddamento dell' argento a quello del raffreddamento dell' antimonio al segno di poterli soffrire in mano, è :: 21 : $12\frac{1}{2}$, e :: 62 : 46 per lo raffreddamento intero.

18. Che il tempo del raffreddamento del piombo al tempo del raffreddamento del bismuto, al segno di poterli tener in mano, è :: 23 : $20\frac{1}{2}$; e :: 84 : 80 per lo raffreddamento intero.

19. Che il tempo del raffreddamento del piombo a quello del raffreddamento dell' antimonio, al segno di poterli rener in ma-

no, è : : $32\frac{1}{2}$: $26\frac{1}{2}$; e : : 123 : 99 per lo raffreddamento intero.

20. Che il tempo del raffreddamento del bismuto a quello del raffreddamento dell' antimonio, al segno di poterli soffrire, è : : $20\frac{1}{2}$: 19; e : : 80 : 71 per lo raffreddamento intero.

E quì è da osservarsi, che generalmente in ciascheduna di queste sperienze, i primi rapporti sono molto più giusti che gli ultimi, perchè non è così facile il dar un giudizio sul raffreddamento proporzionale alla temperie attuale; ed anche perchè essendo la medesima variabile, i risultati debbono essere parimente variabili; laddove il segno del primo raffreddamento può cogliersi assai giustamente in grazia della sensazione che il calore della palla produce nella mano, tostochè si possa toccare, o strigner per un mezzo secondo.

XVI.

Siccome non si erano fatte che due sperienze per lo paragone dell' oro collo smeriglio, zinco, piombo, bismuto, e coll' antimonio: e siccome nel tempo che il bismuto erasi interamente fuso, il piombo, e l' antimonio erano ancora assai resistenti; mi son servito d' altre palle di bismuto, d' antimonio, e di piombo, ed ho fatta una terza sperienza, mettendo insieme nel medesimo forno ben riscaldato queste due palle, le quali raf-

raffreddarono nell' ordine feguente.

Raffreddate al fegno di poterle soffrire in mano per un mezzo fecondo. minuti	*Raffreddate alla temperie attuale.* minuti
Antimonio, in —— 7.	In ———— 27.
Bifmuto, in —— 8.	In ———— 29.
Piombo, in —— 9.	In ———— 33.
Zinco, in —— 12.	In ———— 37.
Oro, in ———— 13.	In ———— 42.
Smeriglio, in —— $15\frac{1}{2}$	In ———— 48.

Donde fi può conchiudere, ficcome anche dalle *fperienze XIV. e XV.* 1. Che il tempo del raffreddamento dello fmeriglio a quello del raffreddamento dell' oro, al fegno di poterli foffrire: è : : 44 : 38, ed al fegno della temperie : : 131 : 115.

2. Che il tempo del raffreddamento dello fmeriglio a quello del raffreddamento del zinco, al fegno di poterli tenere in mano, è : : $15\frac{1}{2}$: 12; ma il rapporto trovato per le fperienze precedenti (*art. XV.*), effendo : : 56 : $48\frac{1}{2}$; fi avrà, unendo quefti tempi, $71\frac{1}{2}$ a $60\frac{1}{2}$ per lo primo raffreddamento; e per lo fecondo, il rapporto trovato per la fperienza prefente effendo : : 48 : 37, e per le fperienze precedenti (*articolo XV.*) come 171 a 144; così fi avrà, unen-

unendo questi tempi, 239 a 181, pel rapporto ancora più preciso del raffreddamento dello smeriglio, e del zinco.

3. Che il tempo del raffreddamento dello smeriglio a quello del raffreddamento del piombo, al segno di poterli soffrire in mano, è : : $15\frac{1}{2}$: 9; ma il rapporto trovato per le sperienze precedenti (*articolo XV.*), essendo : : 56 » $32\frac{1}{2}$; così si avrà, unendo questi tempi : : $71\frac{1}{2}$ a $41\frac{1}{2}$ pel rapporto del loro più preciso primo raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per la sperienza precedente, essendo : : 48 : 33; e per le altre precedenti (*articolo XV.*) : : 171 : 123; si avrà, unendo questi tempi, 239 a 156 per lo rapporto ancora più preciso dell'intero raffreddamento dello smeriglio, e del piombo.

4. Che il tempo del raffreddamento dello smeriglio a quello del raffreddamento del bismuto, al segno di poterli soffrire, è : : $15\frac{1}{2}$: 8; e per le sperienze precedenti (*artic. XV.*) : : 40 : $20\frac{1}{2}$; si avrà, unendo questi tempi, $55\frac{1}{2}$ a $28\frac{1}{2}$, pel più preciso rapporto del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per quest'ultima sperienza, essendo : : 48 : 29, e : 121 80 per le sperienze precedenti (*articolo XV.*);

co-

così si avrà, unendo questi tempi, 169 a 109 pel rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento dello smeriglio, e del bismuto.

5. Che il tempo del raffreddamento dello smeriglio è a quello del raffreddamento dell' antimonio, al segno di poterli tenere in mano : : 15$\frac{1}{2}$: 7; ma il rapporto trovato per le sperienze precedenti (*artic. XV.*), essendo : : 56 : 26$\frac{1}{2}$; si avrà, unendo questi tempi, 71$\frac{1}{2}$ a 33$\frac{1}{2}$ pel rapporto ancor più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per l' esperienza presente, essendo : : 48 : 27, e : : 171 : 99 per le sperienze precedenti (*articolo XV.*); si avrà, unendo questi tempi, 219 a 126, pel rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento dello smeriglio, e dell' antimonio.

6. Che il tempo del raffreddamento dell' oro a quello del raffreddamento del zinco al grado di poterli soffrire in mano, è : : 38 : 36, e : : 115 : 107 per lo raffreddamento intero.

7. Che il tempo del raffreddamento dell' oro a quello del raffreddamento del piombo al grado di poterli toccare, è : : 38 : 24, ed alla temperie : : 115 : 90:

8. Che il tempo del raffreddamento dell' oro al tempo del raffreddamento del bismuto al segno di poterli tenere in mano, è

: : 38

: : 38 : $21\frac{1}{2}$, ed alla temperie : : 115 : 85.

9. Che il tempo del raffreddamento dell' oro a quello del raffreddamento dell' antimonio, al segno di poterli toccare, è : : 38 : $19\frac{1}{2}$, ed alla temperie : : 115 : 69.

10. Che il tempo del raffreddamento del zinco è a quello del raffreddamento del piombo, al segno di poterli tenere in mano : : 12 : 9. Ma il rapporto trovato per le sperienze precedenti (*articolo XV.*), essendo : : $48\frac{1}{2}$: $32\frac{1}{2}$, si avrà, unendo questi tempi, $60\frac{1}{2}$ a $41\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per la sperienza presente è : : 37 : 33, e quello delle sperienze precedenti (*art.XV.*), essendo : : 144 : 123; si avrà, unendo questi tempi, 181 a 156 pel rapporto ancor più preciso del raffreddamento intero del zinco, e del piombo.

11. Che il tempo del raffreddamento del zinco è a quello del raffreddamento del bismuto, al segno di poterli toccare : : 12 : 8 per la sperienza presente; ma per le sperienze precedenti (*artic.XV.*), essendo : : $34\frac{1}{2}$: $20\frac{1}{2}$; unendo questi tempi, si avrà $46\frac{1}{2}$ a $28\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per l' esperienza presente, essendo : : 37 : 29, e per le sperienze precedenti (*articolo XV.*) : : 100 : 80; si avrà,

avrà, unendo questi tempi, 137 a 109, per lo rapporto più preciso del raffreddamento intero del zinco, e del bismuto.

12. Che il tempo del raffreddamento del zinco a quello del raffreddamento dell' antimonio, al segno di poterli tenere in mano, è : : 12 : 7, secondo la sperienza presente; ma siccome il rapporto cavato dalle sperienze precedenti (*articolo XV.*), è : : $48\frac{1}{2}$: $26\frac{1}{2}$; si avrà, unendo questi tempi, $60\frac{1}{2}$ a $33\frac{1}{2}$ pel rapporto ancora più preciso del loro primo raffreddamento; e pel secondo, il rapporto risultato dalla sperienza presente, essendo : : 37 : 27, e : : 144 : 99 per le precedenti (*articolo XV.*); si avrà, unendo questi tempi, 181 a 126 pel rapporto più preciso dell' intero raffreddamento del zinco, e dell' antimonio.

13. Che il tempo del raffreddamento del piombo al tempo del raffreddamento del bismuto, al segno di poterli tenere in mano, è : : 9 : 8, secondo la sperienza presente, e : : 23 : $20\frac{1}{2}$, secondo le precedenti (*articolo XV.*); così si avrà, unendo questi tempi, 32 a $28\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, siccome il rapporto trovato per l' esperienza presente, è : : 33 : 29, e per l' esperienze precedenti (*articolo XV.*) : : 84 : 80; si avrà, unendo questi tempi, 117 a 109 pel rapporto ancora più preciso dell' intero raffred-

freddamento del piombo, e del bismuto.

14. Che il tempo del raffreddamento del piombo a quello del raffreddamento dell' antimonio, al segno di poterli tenere in mano, secondo la sperienza presente, è : : 9 : 7, e secondo le precedenti (*articolo XV.*) : : $32\frac{1}{2}$: $26\frac{1}{2}$; quindi si avrà, unendo questi tempi, $41\frac{1}{2}$ a $33\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per la sperienza presente, essendo : : 33 : 27, e per le sperienze precedenti (*artic. XV.*) : : 123 : 69; si avrà, unendo questi tempi, 156 a 126 pel rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento del piombo, e dell' antimonio.

15. Che il tempo del raffreddamento del bismuto a quello del raffreddamento dell' antimonio, al segno di poterli tener in mano, è : : 8 : 7 per la sperienza presente, e : : $20\frac{1}{2}$: 19, per le precedenti (*articolo XV.*); così, unendo questi tempi, si avrà $28\frac{1}{2}$ a 26 per lo rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, essendo il rapporto dato dalla sperienza presente : : 29 : 27, e dalle precedenti sperienze (*artic. XV.*) : : 80 : 71; si avrà, unendo questi tempi, 109 a 98, pel rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento del bismuto, e dell' antimonio.

XVII.

XVII.

Siccome due sole sperienze parimente si erano fatte per lo paragone dell'argento collo smeriglio, col zinco, piombo, bismuto, ed antimonio, io ne ho fatto una terza, mettendo nel medesimo forno (che erasi alquanto raffreddato) le sei palle insieme, le quali con averle ritirate tutte nel tempo istesso, siccome si è sempre praticato, raffreddarono nell'ordine seguente.

Raffreddate al segno di poterle soffrire in mano per un mezzo secondo.		*Raffreddate alla temperie attuale.*	
	minuti		minuti
Antimonio, in -	6	In ———	29.
Bismuto, in ——	7.	In ———	31.
Piombo, in ——	8 $\frac{1}{4}$	In ———	34.
Argento, in ——	12 $\frac{1}{2}$	In ———	36.
Zinco, in ——	12 $\frac{1}{2}$	In ———	39.
Smeriglio, in --	15 $\frac{1}{2}$	In ———	47.

Da questa sperienza, come anche da quelle degli *articoli XIV.*, *e XV.* si deve conchiudere.

1. Che il tempo del raffreddamento dello smeriglio a quello del raffreddamento del zinco, al segno di poterli tenere in mano, è secondo la sperienza presente : : 15 $\frac{1}{2}$: 12

: 12 $\frac{1}{2}$; e secondo le precedenti (*articolo XVI.*) : : 71 $\frac{1}{2}$: 60 $\frac{1}{2}$; così, unendo questi tempi, noi avremo 83 a 73 pel più preciso rapporto del loro primo raffreddamento; e riguardo al secondo, il rapporto avuto dall' esperienza presente essendo : : 47 : 36, e dalle precedenti (*articolo XVI.*) : : 239 : 181; si avrà, unendo questi tempi, 286 a 220 pel rapporto ancor più preciso del intero raffreddamento dello smeriglio, e del zinco.

2. Che il tempo del raffreddamento dello smeriglio è a quello del raffreddamento dell' argento : : 44 : 32 $\frac{1}{2}$, al segno di poterli tenere in mano; e 130 : 98 per l' intero loro raffreddamento.

3. Che il tempo del raffreddamento dello smeriglio a quello del raffreddamento del piombo, al segno di poterli tenere in mano, è per l' esperienza presente : : 15 $\frac{1}{2}$: 8 $\frac{1}{4}$, e : : 71 $\frac{1}{2}$: 41 $\frac{1}{2}$, secondo le precedenti (*articolo XVI.*); così, unendo questi tempi, si avrà 87 a 49 $\frac{3}{4}$ per lo rapporto più preciso del loro primo raffreddamento; e riguardo al secondo, essendo il rapporto avuto dall' esperienza presente : : 47 : 34, e : : 239 : 156 per l' esperienze precedenti (*articolo XVI.*); si avrà, unendo questi tempi 286 a 190, pel rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento dello smeriglio, e del piombo.

4. Che

4. Che il tempo del raffreddamento dello ſmeriglio a quello del raffreddamento del biſmuto, al ſegno di poterli tenere in mano, è ſecondo la ſperienza preſente : : 15 $\frac{1}{2}$: 7, è ſecondo le precedenti (*articolo XVI.*) : : 55 $\frac{1}{2}$: 28 $\frac{1}{2}$; così ſi avrà, unendo queſti tempi 71 a 35 $\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciſo del loro primo raffreddamento ; e riguardo al ſecondo, ſiccome il rapporto avuto dalla ſperienza preſente, è : : 47 : 31, e quello delle ſperienze precedenti (*articolo XVI.*) : : 169 a 109 ; unendo queſti tempi, noi avremo 216 a 140 pel rapporto ancora più preciſo dell' intero raffreddamento dello ſmeriglio, e del biſmuto.

5. Che il tempo del raffreddamento dello ſmeriglio a quello del raffreddamento dell' antimonio, al grado di poterli tenere in mano, è per l'eſperienza preſente : : 15 $\frac{1}{2}$: 6, e : : 71 $\frac{1}{2}$: 33 $\frac{1}{2}$, per le ſperienze precedenti (*articolo XVI.*) ; così, unendo queſti tempi, noi avremo 87 a 39 $\frac{1}{2}$ per lo rapporto più preciſo del loro primo raffreddamento ; e pel ſecondo, il rapporto avuto per l'eſperienza preſente eſſendo : : 47 : 29, e per l'eſperienze precedenti (*articolo XVI.*) : : 219 : 126 ; ſi avrà, unendo queſti tempi, 266 a 155 pel rapporto ancora più preciſo dell' in-

intero raffreddamento dello smeriglio, e dell' antimonio.

6. Che il tempo del raffreddamento del zinco è a quello del raffreddamento dell' argento, al segno di poterli tenere in mano : : $36 \frac{1}{2}$: $32 \frac{1}{2}$; e per l' intero loro raffreddamento : : 109 : 98.

7. Che il tempo del raffreddamento del zinco a quello del raffreddamento del piombo, al segno di poterli tenere in mano; è per la presente sperienza : : $12 \frac{1}{2}$: $8 \frac{1}{2}$; e per le sperienze precedenti (*articolo XVI.*) : : $60 \frac{1}{2}$: $41 \frac{1}{2}$; così si avrà, unendo questi tempi, 73 a $43 \frac{3}{4}$ pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, essendo il rapporto trovato per la sperienza presente : : 39 : 33, e per le sperienze precedenti (*articolo XVI.*) : : 181 : 156, si avrà, unendo questi tempi, 220 a 189 per lo rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento del zinco, e del piombo.

8. Che il tempo del raffreddamento del zinco a quello del raffreddamento del bismuto al grado di poterli tener in mano, è secondo la sperienza presente : : $12 \frac{1}{2}$: 7, e : : $46 \frac{1}{2}$: $28 \frac{1}{2}$, secondo le precedenti (*articolo XVI.*); così si avrà, unendo questi tempi, 59 a $35 \frac{1}{2}$, pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel se-

ſecondo, il rapporto trovato per la ſperienza preſente, eſſendo : : 39 : 31 : e : : 137 : 109 per le ſperienze precedenti (*articolo XVI.*) ; s' avrà, unendo queſti tempi, 176 a 140 pel rapporto ancora più preciſo dell' intero raffreddamento del zinco, e del biſſmuto.

9. Che il tempo del raffreddamento del zinco a quello del raffreddamento dell' antimonio, al ſegno di poterli tenere in mano, è : : $12\frac{1}{2}$: 6 per la ſperienza preſente ; e : : $60\frac{1}{2}$: $33\frac{1}{2}$ per le ſperienze precedenti (*articolo XVI.*) ; quindi s' avrà, unendo queſti tempi, 73 a $39\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciſo del primo loro raffreddamento ; e pel ſecondo, il rapporto trovato per la ſperienza preſente, eſſendo : : 39 : 29 ; e : : 181 : 126 per le ſperienze precedenti (*articolo XVI.*) ; s' avrà, unendo queſti tempi, 220 a 155 pel rapporto più preciſo dell' intero raffreddamento del zinco, e dell' antimonio.

10. Che il tempo del raffreddamento dell' argento a quello del raffreddamento del piombo, al ſegno di poterli tenere in mano, è : : $32\frac{1}{2}$: $23\frac{1}{4}$; e : : 98 : 90 per l' intero loro raffreddamento.

11. Che il tempo del raffreddamento dell'argento a quello del raffreddamento del biſmuto, al ſegno di poterli tenere in mano, è : :

è : : $32\frac{1}{2}$: $20\frac{1}{2}$; e : : 98 : 97 pel loro intero raffreddamento.

12. Che il tempo del raffreddamento dell'argento a quello del raffreddamento dell'antimonio, al segno di poterli tenere in mano, è : : $32\frac{1}{2}$: $18\frac{1}{2}$; e : : 98 : 75 per l'intero loro raffreddamento.

13. Che il tempo del raffreddamento del piombo a quello del raffreddamento del bismuto, al segno di poterli tenere in mano, è : : $8\frac{1}{4}$: 7 per la sperienza presente ; e : : 32 : $28\frac{1}{2}$ per le precedenti sperienze (*articolo XVI.*) : s'avrà, unendo questi tempi, $40\frac{1}{2}$ a $35\frac{1}{2}$ pel più preciso rapporto del loro raffreddamento ; e pel secondo, risultando dalla sperienza presente : : 34 : 31 ; e : : 117 : 109 per le sperienze precedenti (*articolo XVI.*) ; s'avrà, unendo questi tempi, 141 a 140 pel rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento del piombo, e del bismuto.

14. Che il tempo del raffreddamento del piombo a quello del raffreddamento dell' antimonio, al segno di poterli tenere in mano, è per la sperienza presente : : $8\frac{1}{4}$: 6, e per le sperienze precedenti (*articolo XVI.*) : : $41\frac{1}{2}$: $33\frac{1}{2}$: ; quindi s' avrà, unendo questi tempi, $49\frac{3}{4}$ a $39\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento ; e pel se-

ſecondo, riſultando dalla ſperienza preſente : : 34 : : 29, e : : 156 : 126 per le ſperienze precedenti (*articolo XVI.*); s' avrà, unendo queſti tempi, 190 a 155 pel rapporto ancora più preciſo dell' intero raffreddamento del piombo, e dell' antimonio.

15. Che il tempo del raffreddamento del biſmuto è a quello del raffreddamento dell' antimonio, al ſegno di poterli tenere in mano : : 7 : 6 per la ſperienza preſente; e : : 27 $\frac{1}{2}$: 26 per le ſperienze precedenti (*artic. XVI.*); quindi s' avrà, unendo queſti tempi, 35 $\frac{1}{2}$: 32 pel rapporto più preciſo del primo loro raffreddamento; e pel ſecondo, riſultando dalla ſperienza preſente : : 31 : 29; e : : 109 : 98 per le ſperienze precedenti (*articolo XVI.*); s' avrà, unendo queſti tempi, 140 a 127 pel rapporto ancora più preciſo dell' intero raffreddamento del biſmuto, e dell' antimonio.

XVIII.

Eſſendoſi meſſa nel medeſimo forno una palla di vetro, una nuova palla di ſtagno, una di rame, ed una di ferro per farne il primo paragone, elleno ſi ſono raffreddate nell' ordine ſeguente.

Raf-

Raffreddate al segno di poterle soffrir in mano per un mezzo secondo.		*Raffreddate alla temperie attuale.*	
	minuti		minuti
Stagno, in	8.	In	27.
Vetro, in	8 $\frac{1}{2}$	In	22.
Rame, in	14.	In	42.
Ferro, in	16.	In	50.

XIX.

La medesima sperienza s'è ripetuta, e le palle raffreddarono nell'ordine seguente.

Raffreddate al segno di poterle soffrire in mano per un mezzo secondo.		*Raffreddate alla temperie attuale.*	
	minuti		minuti
Stagno, in	7 $\frac{1}{2}$	In	21.
Vetro, in	8.	In	23.
Rame, in	12.	In	36.
Ferro, in	15.	In	47.

XX.

In una terza sperienza, le palle riscaldate in un tempo alquanto più lungo, ma ad un calore un poco minore, raffreddarono nell' ordine seguente.

Ros-

Raffreddate al segno di poterle soffrire in mano per un mezzo secondo.		*Raffreddate alla temperie attuale.*	
	minuti		minuti
Stagno, in ——	8. $\frac{1}{2}$	In ————	22.
Vetro, in ——	9	In ————	24.
Rame, in ——	15.	In ————	43.
Ferro, in ——	17.	In ————	46.

XXI.

In una quarta sperienza, le medesime palle riscaldate ad un fuoco più ardente raffreddarono nell' ordine seguente.

Raffreddate al segno di poterle soffrire in mano per un mezzo secondo.		*Raffreddate alla temperie attuale.*	
	minuti		minuti
Stagno, in ——	8 $\frac{1}{2}$	In ————	25.
Vetro, in ——	9.	In ————	35.
Rame, in ——	11 $\frac{1}{2}$	In ————	35.
Ferro, in ——	14	In ————	43.

Da queste sperienze ripetute quattro volte risulta:

1. Che il tempo del raffreddamento del ferro a quello del raffreddamento del rame, al segno di poterli tenere in mano, è secondo le sperienze presenti : : 62 : 52 $\frac{1}{2}$; e secondo le precedenti (*articolo XI.*) : : 99 : 85

: $85\frac{1}{2}$; quindi s'avrà, unendo questi tempi, 161 a 138 pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento ; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 186 : 156, e per le precedenti (*art. XI.*) : : 280 : 249 ; s' avrà unendo questi tempi, 466 a 405 pel rapporto ancora più preciso dell'intero raffreddamento del ferro, e del rame.

2. Che il tempo del raffreddamento del ferro a quello del raffreddamento del vetro, a segno di poterli tenere in mano, è : : 62 : $34\frac{1}{2}$, e : : 186 : 97 per l' intero loro raffreddamento.

3. Che il tempo del raffreddamento del ferro a quello del raffreddamento dello stagno, fino a poterli tenere in mano, è per le sperienze presenti : : 62 : $32\frac{1}{2}$, e per le precedenti (*artic. XI.*) : : $69\frac{1}{2}$: 32 ; quindi s'avrà, unendo questi tempi, $131\frac{1}{2}$ a $64\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento ; e pel secondo, risultando dalle sperienze presenti : : 186 : 92, e dalle precedenti (*art. XI.*) : : 274 : 134 ; s' avrà, unendo questi tempi, 460 a 226 pel rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento del ferro, e dello stagno.

4. Che il tempo del raffreddamento del rame a quello del raffreddamento del vetro, fino a poterli tenere in mano, è : : $51\frac{1}{2}$,

: 34

: 34 $\frac{1}{2}$, e per riguardo all' intero raffreddamento : : 157 : 97.

5. Che il tempo del raffreddamento del rame a quello del raffreddamento dello ſtagno al grado di poterli tenere in mano, è per le ſperienze precedenti : : 52 $\frac{1}{2}$: 32 $\frac{1}{2}$ e per le precedenti (*articolo XI.*) : : 84 : 43 $\frac{1}{2}$; quindi s'avrà, unendo queſti tempi, 136 $\frac{1}{2}$ a 76 pel rapporto preciſo del primo loro raffreddamento ; e pel ſecondo, il rapporto trovato per le ſperienze preſenti, eſſendo : : 157 : 92, e per le ſperienze precedenti (*artic. XI.*) : : 247 : 132 ; s'avrà, unendo queſti tempi, 304 a 224 pel rapporto ancora più preciſo dell' intero raffreddamento del rame, e dello ſtagno.

6. Che il tempo del raffreddamento del vetro a quello del raffreddamento dello ſtagno, fino a poterli tenere in mano, è : : 24 $\frac{1}{2}$: 32 $\frac{1}{2}$; e : : 97 : 92 pel loro intero raffreddamento.

XXII.

Avendo fatto riſcaldare inſieme le palle d'oro, di vetro, di porcellana, di geſſo, e di pietra arenoſa, elleno raffreddarono nell'ordine ſeguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo. minuti	*Raffreddate alla temperie attuale.* minuti
Gesso, in —— 5.	In ———— 14.
Porcellana, in --- 8 ½	In ———— 25.
Vetro, in —— 9.	In ———— 26.
Pietra arenosa -- 10.	In ———— 32.
Oro, in —— 14. ½	In ———— 45.

XXIII.

Essendosi ripetuta la medesima sperienza sulle stesse palle, raffreddaronsi nell' ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo. minuti	*Raffreddate alla temperie attuale.* minuti
Gesso, in —— 4.	In ———— 13.
Porcellana, in -- 7.	In ———— 22.
Vetro, in —— 9 ½	In ———— 24.
Pietra arenosa, in - 9 ½	In ———— 33.
Oro, in —— 13 ½	In ———— 41.

XXIV.

S' è replicata la stessa sperienza, e le palle si sono raffreddate nell' ordine seguente.

Raf-

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo.	minuti	*Raffreddate alla temperie attuale.*	minuti
Gesso, in ——	2 ½	In ——————	12.
Porcellana, in --	5 ½	In ——————	19.
Vetro, in ——	8 ½	In ——————	20.
Pietra arenosa, in -	8 ½	In ——————	25.
Oro, in ——	10	In ——————	32.

Da queste tre sperienze si rileva.

1. Che il tempo del raffreddamento dell' oro a quello del raffreddamento della pietra arenosa, fino a poterli tenere in mano, è : : 38 : 28 ; e : : 118 : 90 pel loro intero raffreddamento.

2. Che il tempo del raffreddamento dell' oro a quello del raffreddamento del vetro, a segno di poterli tenere in mano, è : : 38 : 27 ; e : : 118 : 70 pel loro intero raffreddamento.

3. Che il tempo del raffreddamento dell' oro a quello del raffreddamento della porcellana, fino a poterli tenere in mano, è : : 38 : 21 ; e : : 118 : 66 pel loro intero raffreddamento.

4. Che il tempo del raffreddamento dell' oro a quello del raffreddamento del gesso, al segno di poterli tenere in mano, è : : 38 : 12 ½ ; e : : 118 : 39 pel loro intero raffreddamento.

5. Che il tempo del raffreddamento della pietra arenosa a quello del raffreddamen-

to del vetro, fino a poterli tenere in mano, è : : 28 ½ : 27 ; e : : 90 : 70 pel loro intero raffreddamento.

6. Che il tempo del raffreddamento della pietra arenosa a quello del raffreddamento della porcellana, fino a poterli tenere in mano, è : : 28 ½ : 21 ; e : : 90 : 66 pel loro intero raffreddamento.

7. Che il tempo del raffreddamento della pietra arenosa a quello del raffreddamento del gesso, fino a poterli tenere in mano, è : : 28 ½ : 12 ½ ; e : : 90 : 39 pel loro intero raffreddamento.

8. Che il tempo del raffreddamento del vetro a quello del raffreddamento della porcellana, al segno di poterli tenere in mano, è : : 27 : 21 ; e : : 70 : 66 pel loro intero raffreddamento.

9. Che il tempo del raffreddamento del vetro a quello del raffreddamento del gesso, al segno di poterli tenere in mano, è : : 27 : 12 ½ ; e : : 70 : 39 pel loro intero raffreddamento.

10. Che il tempo del raffreddamento della porcellana a quello del raffreddamento del gesso, fino a poterli tenere in mano, è : : 21 : 12 ½ ; e : : 66 : 39 per lo raffreddamento intero.

XXV.

Noi abbiam parimente fatto riscaldare le palle d'argento, di marmo comune, di pietra dura, di marmo bianco, e di pietra calcarea tenera d'Anières presso Dijon.

Raf-

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo. minuti	*Raffreddate alla temperie attuale*. minuti
Pietra calcarea tenera, in —— 8.	In ———— 25.
Pietra dura, in - 10.	In ———— 34.
Marmo comu. in 11	In ———— 35.
Marmo bianc. in - 12.	In ———— 36.
Argento, in -- 13 $\frac{1}{2}$	In ———— 40.

XXVI.

Ripetutasi la stessa sperienza, le palle raffreddarono nell' ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo. minuti	*Raffreddate alla temperie attuale*. minuti
Pietra calcarea tenera, in —— 9.	In ———— 27.
Pietra calcarea dura, in ———— 11.	In ———— 37.
Marmo comu. in - 13	In ———— 40.
Marmo bianc. in - 14	In ———— 40.
Argento, in — 16.	In ———— 43.

XXVII.

Ripetutasi la medesima sperienza, le palle raffreddarono nell' ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo ſecondo. minuti	*Raffreddate alla temperie attuale.* minuti
Pietra calcarea tenera, in — 9.	In — 26.
Pietra calcarea dura, in — 10 $\frac{1}{2}$	In — 36.
Marm comun. in 12. $\frac{1}{2}$	In — 38.
Marm. bianc. in 13 $\frac{1}{2}$	In — 39.
Argento, in — 16.	In — 42.

Da queſte ſperienze, riſulta:

1. Che il tempo del raffreddamento dell' argento a quello del raffreddamento del marmo bianco, fino a poterli tener in mano, è : : 45 $\frac{1}{2}$: 39 $\frac{1}{2}$; e : : 125 : 115 pel loro intero raffreddamento.

2. Che il tempo del raffreddamento dell' argento a quello del raffreddamento del marmo comune, al ſegno di poterli tener in mano, è : : 45 $\frac{1}{2}$: 36 ; e : : 125 : 113 pel loro intero raffreddamento.

3. Che il tempo del raffreddamento dell' argento a quello del raffreddamento della pietra dura, al ſegno di poterli tener in mano, è : : 45 $\frac{1}{2}$: 31 $\frac{1}{2}$; e : : 125 : 107 pel loro intero raffreddamento.

4. Che il tempo del raffreddamento dell' argento a quello del raffreddamento della pietra tenera, al ſegno di poterli tenere in mano, è : : 45 $\frac{1}{2}$: 26 ; e : : 125 : 78 pel loro intero raffreddamento.

5. Che

5. Che il tempo del raffreddamento del marmo bianco a quello del raffreddamento del marmo comune, al ſegno di poterli tenere in mano, è : : 39 $\frac{1}{2}$: 36; e : : 115 : 113 pel loro intero raffreddamento.

6. Che il tempo del raffreddamento del marmo bianco a quello del raffreddamento della pietra dura, al ſegno di poterli tenere in mano, è : : 39 $\frac{1}{2}$: 31 $\frac{1}{2}$; e : : 115 : 107 pel loro intero raffreddamento.

7. Che il tempo del raffreddamento del marmo bianco a quello del raffreddamento della pietra tenera, al ſegno di poterli tenere in mano, è : : 39 $\frac{1}{2}$: 26; e : : 115 : 78 pel loro intero raffreddamento.

8. Che il tempo del raffreddamento del marmo comune è a quello del raffreddamento della pietra dura, al ſegno di poterli tenere in mano : : 36 : 31 $\frac{1}{2}$, e : : 113 : 109 pel loro intero raffreddamento.

9. Che il tempo del raffreddamento del marmo comune a quello del raffreddamento della pietra tenera, al ſegno di poterli tenere in mano, è : : 36 : 26; e : : 113 : 78 pel loro intero raffreddamento.

10. Che il tempo del raffreddamento della pietra dura a quello del raffreddamento della pietra tenera, al ſegno di poterli tenere in mano, è : : 31 $\frac{1}{2}$: 26; e : : 107 : 78 pel loro intero raffreddamento.

XXVIII.

Abbiamo meſſo nello ſteſſo forno ben ri-

 ſcal-

ſcaldato, alcune palle d' oro, di marmo bianco, di marmo comune, di pietra dura, e di pietra tenera, le quali raffreddaronſi nell' ordine ſeguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo ſecondo. minuti	*Raffreddate alla temperie attuale.* minuti
Pietra calcarea tenera, in —— 9.	In ———— 29.
Marmo comu. in - 11 $\frac{1}{2}$	In ———— 35.
Pietra dura, in - 11 $\frac{1}{2}$	In ———— 35.
Marm. bianc. in - 13	In ———— 35.
Oro, in —— 25 $\frac{1}{2}$	In ———— 45.

XXIX.

Ripetutaſi la medeſima ſperienza ad un calor minore, le palle raffreddarono nell' ordine ſeguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo ſecondo. minuti	*Raffreddate alla temperie attuale.* minuti
Pietra calcarea tenera, in —— 6.	In ———— 29.
Pietra dura, in — 8	In ———— 25.
Marmo comu. in - 9 $\frac{1}{2}$	In ———— 26.
Marm. bianc. in - 20.	In ———— 29.
Oro, in —— 22.	In ———— 37.

XXX.

XXX.

Essendosi ripetuta per la terza volta la stessa sperienza, le palle riscaldate ad un fuoco più ardente raffreddarono nell' ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo. minuti	*Raffreddate alla temperie attuale.* minuti
Pietra tenera, in · 7.	In ——— 20.
Pietra dura, in — 8.	In ——— 24.
Marm. comun. in 8 $\frac{1}{2}$	In ——— 20.
Marmo bianc. in - 9.	In ——— 28.
Oro, in —— 12.	In ——— 35.

Da queste tre sperienze, risulta:

1. Che il tempo del raffreddamento dell' oro a quello del raffreddamento del marmo bianco, al segno di poterli tenere in mano, è : : 39 $\frac{1}{2}$: 32; e : : 117 : 92 pel loro intero raffreddamento.

2. Che il tempo del raffreddamento dell' oro a quello del raffreddamento del marmo comune, al segno di poterli tenere in mano, è : : 39 $\frac{1}{2}$: 29 $\frac{1}{2}$; e : : 117 : 87 pel loro intero raffreddamento.

3. Che il tempo del raffreddamento dell' oro a quello del raffreddamento della pietra dura, al segno di poterli tenere in mano, è : : 39 $\frac{1}{2}$: 27 $\frac{1}{2}$; e : : 117 : 86 pel loro intero raffreddamento.

4. Che il tempo del raffreddamento dell' oro

oro a quello del raffreddamento della pietra tenera, fino a poterli tenere in mano, è : : 39 $\frac{1}{2}$: 22 ; e : : 117 : 68 pel loro intero raffreddamento.

5. Che il tempo del raffreddamento del marmo bianco a quello del raffreddamento del marmo comune, fino a poterli tenere in mano, è : : 32 : 29 ; e : : 92 : 87 per l' intero loro raffreddamento.

6. Che il tempo del raffreddamento del marmo bianco a quello del raffreddamento della pietra dura, fino a poterli tenere in mano, è : : 32 : 27 $\frac{1}{2}$; e : : 92 : 84 pel loro intero raffreddamento.

7. Che il tempo del raffreddamento del marmo bianco a quello del raffreddamento della pietra tenera, fino a poterli tenere in mano, è : : 32 : 22 ; e : : 92 : 68 per l' intero loro raffreddamento.

8. Che il tempo del raffreddamento del marmo comune a quello del raffreddamento della pietra dura, fino a poterli tenere in mano, è : : 29 : 27 $\frac{1}{2}$; e : : 87 : 84 per l' intero loro raffreddamento.

9. Che il tempo del raffreddamento del marmo comune a quello del raffreddamento della pietra tenera, fino a poterli tenere in mano, è : : 29 : 22 ; e : : 87 : 68 pel loro intero raffreddamento.

10. Che il tempo del raffreddamento della pietra dura a quello del raffreddamento della pietra tenera, fino a poterle tenere in ma-

mano, è : : 27 $\frac{1}{2}$: 22; e : : 84 : 68 per l'intero loro raffreddamento.

XXXI.

Si sono messe nel medesimo forno le palle d'argento, di pietra arenosa, di vetro, di porcellana, e di gesso, e queste raffreddarono nell'ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo.	*Raffreddate alla temperie attuale.*
minuti	minuti
Gesso, in —— 3.	In ———— 14.
Porcellana, in — 6 $\frac{1}{2}$	In ———— 17.
Vetro, in —— 8 $\frac{3}{4}$	In ———— 20.
Pietra arenosa, in- 9.	In ———— 27.
Argento, in — 12 $\frac{1}{8}$	In ———— 35.

XXXII.

Ripetutasi la stessa sperienza, le palle riscaldate ad un calor minore, si sono raffreddate nell'ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo.	*Raffreddate alla temperie attuale.*
minuti	minuti
Gesso, in —— 3.	In ———— 13.
Porcellana, in — 7	In ———— 19.
Vetro, in —— 8 $\frac{1}{2}$	In ———— 22.
Pietra arenosa, in- 9 $\frac{1}{2}$	In ———— 26.
Argento, in — 12.	In ———— 34.

XXXIII.

XXXIII.

Avendo ripetuta per la terza volta la stessa sperienza, le palle raffreddarono nell' ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo.	*Raffreddate alla temperie attuale.*
minuti	minuti
Gesso, in —— 3.	In —— 12.
Porcellana, in — 6.	In —— 17.
Vetro, in —— 7. $\frac{3}{4}$	In —— 20.
Pietra arenosa, in - 8	In —— 27.
Argento, in — 11 $\frac{1}{2}$	In —— 34.

Da queste tre sperienze, risulta:

1. Che il tempo del raffreddamento dell' argento a quello del raffreddamento della pietra arenosa, fino a poterli soffrire in mano, è : : 36 : 26 $\frac{1}{2}$; e : : 103 : 80 pel loro intero raffreddamento.

2. Che il tempo del raffreddamento dell' argento a quello del raffreddamento del vetro, al segno di poterli tenere in mano, è : : 36 : 25; e : : 103 : 61 pel loro intero raffreddamento.

3. Che il tempo del raffreddamento dell' argento a quello del raffreddamento della porcellana, al segno di poterli tener in mano, è : : 36 : 20; e : : 103 : 54 pel loro intero raffreddamento.

4. Che il tempo del raffreddamento dell' ar-

argento a quello del raffreddamento del gesso, al segno di poterli tener in mano, è : : 36 : 9.; e : : 103 : 39 pel loro intero raffreddamento.

5. Che il tempo del raffreddamento della pietra arenosa è a quello del raffreddamento del vetro, al segno di soffrirli : : 26 $\frac{1}{2}$: 25 per le sperienze presenti; e : : 28 $\frac{1}{2}$: 27 per l'esperienze precedenti (*art.XXIV*); quindi si avrà, unendo questi tempi, 55 a 52 pel rapporto ancor più preciso del loro primo raffreddamento; e pel secondo, il rapporto avuto dalle sperienze presenti, essendo : : 80 : 62; e : : 90 : 70 per le sperienze precedenti (*articolo* XXIV.); si avrà, unendo questi tempi, 170 a 132 pel rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento della pietra arenosa, e del vetro.

6. Che il tempo del raffreddamento della pietra arenosa è a quello del raffreddamento della porcellana, al segno di soffrirli : : 26 $\frac{1}{2}$: 19 $\frac{1}{2}$ per le sperienze presenti, è : : 28 $\frac{1}{2}$: 21 per le sperienze precedenti (*articolo XXIV.*); e quindi si avrà, unendo questi tempi, 55 a 40 $\frac{1}{2}$ pel rapporto ancor più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto avuto dalle sperienze presenti, essendo : : 80 : 54; e : : 90 : 66 per le sperienze precedenti (*articolo XXIV.*); si avrà, unendo questi tempi, 270 a 120 pel rapporto ancora più preciso dell'intero raffred-

da-

damento della pietra arenosa, e della porcellana.

7. Che il tempo del raffreddamento della pietra arenosa è a quello del raffreddamento del gesso, al segno di soffrirli : : $26\frac{1}{2}$: 9 per le sperienze presenti; e : : $28\frac{1}{2}$: $12\frac{1}{2}$ per l' esperienze precedenti (*articolo* XXIV.); onde si avrà, unendo questi tempi, 55 a $21\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto avuto dall' esperienza presente, essendo : : 88 : 39; e : : 90 : 39 per le sperienze precedenti (*articolo* XXIV.); si avrà, unendo questi tempi, 170 a 78 pel rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento della pietra arenosa, e del gesso.

8. Che il tempo del raffreddamento del vetro è a quello del raffreddamento della porcellana, al segno di soffrirli : : 15 : 19 per le sperienze presenti; e :: 27 : 21 per le sperienze precedenti (*articolo* XXIV.); onde, unendo questi tempi, si avrà 52 a $40\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciso del loro primo raffreddamento; e pel secondo, il rapporto avuto dalle sperienze presenti, essendo :: 62 : 51; e :: 70 : 66 dalle sperienze precedenti (*articolo* XXIV.), si avrà, unendo questi tempi, 132 a 117 pel rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento del vetro, e della porcellana.

9. Che

9. Che il tempo del raffreddamento del vetro è a quello del raffreddamento del gesso, al segno di soffrirli : : 25 : 9 per le sperienze presenti, e : : 27 : 12 $\frac{1}{2}$, per l'esperienze precedenti (*artic.* XXIV.); quindi si avrà, unendo questi tempi, 52 a 21 $\frac{1}{2}$ pel rapporto ancor più preciso del loro primo raffreddamento; e pel secondo il rapporto avuto dalle sperienze presenti, essendo : : 72 : 39; e : : 70 : 39 per l'esperienze precedenti (*articolo* XXIV.); si avrà, unendo questi tempi, 132 a 78 pel rapporto ancor più preciso dell'intero raffreddamento del vetro, e del gesso.

10. Che il tempo del raffreddamento della porcellana è a quello del raffreddamento del gesso, al segno di soffrirli : : 19 $\frac{1}{2}$: 9 per le sperienze presenti; e : : 21 : 12 $\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*artic.* XXIV.); quindi si avrà, unendo questi tempi, 40 $\frac{1}{2}$ a 21 $\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciso del loro primo raffreddamento; e pel secondo, il rapporto avuto dall' esperienza presente, essendo : : 54 : 39, e per le sperienze precedenti (*articolo* XXIV.) : : 66 : 39; si avrà unendo questi tempi, 120 a 78, pel rapporto più preciso dell' intero raffreddamento della porcellana, e del gesso.

XXXIV.

Poste nel medesimo forno le palle d'oro, di creta bianca, d' ocra, e di argilla, sonosi raffreddate nell' ordine seguente.

Raf-

Raffreddate a poterle tener in mano per un minuto ſecondo.	*Raffreddate alla temperie attuale.*
minuti	minuti
Creta, in ——— 6.	In ——— 15.
Ocra, in ——— $6.\frac{1}{2}$	In ——— 16.
Argilla, in ——— 7.	In ——— 18.
Oro, in ——— 12.	In ——— 36.

XXXV.

Rinovataſi la medeſima ſperienza colle ſteſſe palle, e con una palla di piombo, il loro raffreddamento ſeguì nell'ordine ſeguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo ſecondo.	*Raffreddate alla temperie attuale.*
minuti	minuti
Creta, in ——— 4.	In ——— 11.
Ocra, in ——— 5.	In ——— 13.
Argilla, in ——— $5.\frac{1}{2}$	In ——— 15.
Piombo, in ——— 7	In ——— 18.
Oro, in ——— $9.\frac{1}{2}$	In ——— 19.

Da queſte due ſperienze, riſulta:

1. Che il tempo del raffreddamento dell'oro è a quello del raffreddamento del piombo, al ſegno di ſoffrirli : : $9\frac{1}{2}$: 7, per l'eſperienza preſente, e : : 38 : 24 per le ſperienze precedenti (*articolo XVI.*); quindi ſi avrà, unendo queſti tempi, $47\frac{1}{2}$ a 31 pel rapporto più preciſo del loro primo raf-

fred-

freddamento ; e pel ſecondo , il rapporto avuto dall' eſperienza preſente, eſſendo : : 29 : 18 ; e : : 115 : 90 per le ſpèrienze precedenti (*articolo XVI.*) ; ſi avrà , unendo queſti tempi, 144 a 108 pel rapporto ancor più preciſo dell' intero raffreddamento dell' oro, e del piombo.

2. Che il tempo del raffreddamento dell' oro è a quello del raffreddamento del argilla , al ſegno di ſoffrirli : : $21\frac{1}{2}$: $12\frac{1}{2}$; e : : 65 : 33 pel loro intero raffreddamento.

3. Che il tempo del raffreddamento dell' oro è a quello del raffreddamento dell' ocra , al ſegno di ſoffrirli : : $21\frac{1}{2}$: $11\frac{1}{2}$; e : : 65 : 29 pel loro intero raffreddamento.

4. Che il tempo del raffreddamento dell' oro è a quello del raffreddamento della creta, al ſegno di poterli ſoffrire : : 21 : $\frac{1}{2}$ 10, e : : 67 : 26 pel loro intero raffreddamento.

5. Che il tempo del raffreddamento del piombo è a quello del raffreddamento dell' argilla, al ſegno di poterli ſoffrire : : 7 : $5\frac{1}{2}$; e : : 18 : 13 pel loro intero raffreddamento.

6. Che il tempo del raffreddamento del piombo è a quello del raffreddamento dell' ocra, al grado di poterli ſoffrire : : 7 : 5 ; : : 18 : 13 pel loro intero raffreddamento.

7. Che il tempo del raffreddamento del piombo è a quello del raffreddamento della cre-

creta, al segno di soffrirli : : 7 : 4, e : : 18 : 11 pel loro intero raffreddamento.

8. Che il tempo del raffreddamento dell' argilla è a quello del raffreddamento dell' ocra, al segno di poterli soffrire : : 12 $\frac{1}{2}$: 11 $\frac{1}{2}$; e : : 33 : 29 pel loro intero raffreddamento.

9. Che il tempo del raffreddamento dell' argilla è a quello del raffreddamento della creta, al segno di poterle soffrire : : 12 $\frac{1}{2}$: 10; e : : 33 : 26 per lo raffreddamento intero.

10. Che il tempo del raffreddamento dell' ocra, è al quello del raffreddamento della creta, al segno di poterle soffrire : : 11 $\frac{1}{2}$: 10; e : : 19 : 26 per lo raffreddamento intero.

XXXVI.

Si posero nel medesimo forno le palle di ferro, d' argento di gesso, di pietra pomice, e di legno (ad un grado però di minor calore per non far abbruciare il legno) ed elleno raffreddarono nell' ordine seguente.

Raf-

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo. minuti	*Raffreddate alla temperie attuale.* minuti
Pietra pom. in -- 2	In ——— 5.
Legno, in —— 2	In ——— 6.
Gesso, in ——— 2. $\frac{1}{2}$	In ——— 11.
Argento, in —— 10.	In ——— 35.
Ferro, in ——13.	In ——— 40.

XXXVII.

Rinnovatasi la medesima sperienza ad un calor minore, le palle raffreddarono nell' ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo. minuti	*Raffreddate alla temperie attuale.* minuti
Pietra pom. in — 1 $\frac{1}{2}$	In ——— 4.
Legno, in —— 2.	In ——— 5.
Gesso, in ——— 2 $\frac{1}{2}$	In ——— 9.
Argento, in ——— 7	In ——— 24.
Ferro, in ——— 8 $\frac{1}{2}$	In ——— 31.

Da queste sperienze risulta:

1. Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento dell' argento, al segno di poterli soffrire : : 21 $\frac{1}{2}$: 17 per le sperienze presenti; e : : 45 $\frac{1}{2}$: 34 per le sperienze precedenti (*artic XI.*); quindi si avrà, unendo questi tempi, 67 a

51

51 pel rapporto più preciso del loro primo raffreddamento ; e pel secondo , il rapporto avuto dalle sperienze presenti, essendo : : 71 : 59, e : : 138 : 97 per le sperienze precedenti (*articolo XI.*); si avrà, unendo questi tempi , 209 a 156 pel rapporto ancora più preciso del intero raffreddamento del ferro , e dell' argento.

2. Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento del gesso , al segno di poterli soffrire : : 21 $\frac{1}{2}$: 5; e : : 71 : 20 per lo raffreddamento intero.

3. Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento del legno, al segno di poterli soffrire : : 21 $\frac{1}{2}$: 4, e : : 71 : 11 per lo raffreddamento intero.

4. Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento della pietra pomice, al segno di soffrirli : : 21 $\frac{1}{2}$: 3 $\frac{1}{2}$; e : : 71 : 9 per lo raffreddamento intero.

5. Che il tempo del raffreddamento dell' argento è a quello del raffreddamento del gesso, al segno di soffrirli : : 17 : 5, e : : 59 : 30 per lo raffreddamento intero.

6. Che il tempo del raffreddamento dell' argento è al tempo del raffreddamento del legno , al segno di poterli soffrire : : 17 : 4, e : : 59 : 11 per lo raffreddamento intero.

7. Che

7. Che il tempo del raffreddamento dell' argento è a quello del raffreddamento della pietra pomice, al segno di poterli soffrire : : 17 : 3 $\frac{1}{2}$, e : : 57 : 9 per lo raffreddamento intero.

8. Che il tempo del raffreddamento del gesso al tempo del raffreddamento del legno, al segno di poterli soffrire : : 5 : 45 e : : 11 : 20 per lo raffreddamento intero.

9. Che il tempo del raffreddamento del gesso è a quello del raffreddamento della pietra pomice, al segno di poterli soffrire : : 5 : 3 $\frac{1}{2}$; e : : 20 : 9 per lo raffreddamento intero.

10. Che il tempo del raffreddamento del legno è a quello del raffreddamento della pietra pomice, al segno di soffrirli : : 4 : 3 $\frac{1}{2}$; e : : 21 : 9 per lo raffreddamento intero.

XXXVIII.

Avendo fatto riscaldare insieme le palle d'oro, d'argento, di pietra tenera, e di gesso, elleno raffreddarono nell' ordine seguente.

Ref-

Raffredd[illegible] poterle tener in mano per un mezzo secondo.		*Raffreddate alla temperie attuale.*	
	minuti		minuti
Gesso, in ———	$4\frac{1}{2}$	In ———	14.
Pietra tener. in ---	12.	In ———	27.
Argent. in ———	16.	In ———	42.
Oro, in ———	18.	In ———	47.

Da questa sperienza, risulta:

1. Che il tempo del raffreddamento dell' oro è a quello del raffreddamento dell'argento, al segno di poterli soffrire : : 18 : 16 per l'esperienza presente e : : 62 : 55 per le sperienze precedenti (*articolo XV.*) ; quindi si avrà, unendo questi tempi, 98 a 71 pel rapporto più preciso del loro primo raffreddamento; e pel secondo, il rapporto avuto dall' esperienza presente, essendo : : 35 : 42, e : : 187 : 159 per le sperienze precedenti (*articolo XV.*) ; si avrà, unendo questi tempi, 234 a 201 pel rapporto ancora più preciso del intero raffreddamento dell' oro, e dell' argento.

2. Che il tempo del raffreddamento dell' oro è a quello del raffreddamento della pietra tenera, al segno di soffrirli : : 18 : 12; e : : 39 $\frac{1}{2}$: 23 per le sperienze precedenti (*articolo XXX.*) ; quindi si avrà, unendo questi tempi, 57 $\frac{1}{2}$ a 35 pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel se-

secondo, il rapporto avuto dall' ienza presente, essendo : : 47 : 27 e per le sperienze precedenti (*articolo XXX.*) : : 117 : 68 ; si avrà, unendo questi tempi, 164 a 95 pel rapporto ancora più preciso dell'intero raffreddamento dell' oro, e della pietra tenera.

3. Che il tempo del raffreddamento dell' oro è a quello del raffreddamento del gesso, al segno di soffrirli : : 18 : 4 $\frac{1}{2}$; e : : 38 : 12 $\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*articolo XXIV.*) ; quindi si avrà, unendo questi tempi, 56 a 17, pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento ; e pel secondo, il rapporto avuto dalla sperienza presente, essendo : : 47 : 14, e : : 118 : 39 per le sperienze precedenti (*articolo XXIV.*) ; si avrà, unendo questi tempi, 165 a 53 pel rapporto ancor più preciso del loro intero raffreddamento.

4. Che il tempo del raffreddamento dell' argento è a quello del raffreddamento della pietra tenera, al segno di soffrirli : : 16 : 12 per la sperienza presente, e : : 45 $\frac{1}{2}$: 26 per le sperienze precedenti (*articolo XXVII.*) ; onde si avrà, unendo questi tempi, 61 $\frac{1}{2}$ a 38 pel rapporto più preciso del loro intero raffreddamento ; e pel secondo, il rapporto avuto dalla sperienza presente, essendo : : 42 : 27 ; e : : 125 : 78 per le sperienze precedenti (*artic. XXVII.*) ; s' a-

vrà, unendo questi tempi, 167 a 105 pel rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento dell' argento, e della pietra tenera.

5. Che il tempo del raffreddamento dell' argento è a quello del raffreddamento del gesso, al segno di poterli soffrire : : 16 : $4\frac{1}{2}$ per la sperienza presente; e : : 17 : 5, per le sperienze precedenti (*articolo XXXVI.*); quindi si avrà, unendo *questi tempi*, 33 a $9\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciso del loro primo raffreddamento; e pel secondo, il rapporto avuto dalla sperienza presente, essendo : : 42 : 14, e : : 59 : 20 per le precedenti sperienze (*artic. XXXVI.*); s'avrà, unendo questi tempi, 101 a 34 pel rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento dell' argento, e del gesso.

6. Che il tempo del raffreddamento della pietra tenera è a quello del raffreddamento del gesso, al segno di poterli soffrire : : 12 : $4\frac{1}{2}$; e : : 72 : 14 pel loro intero raffreddamento.

XXXIX.

Avendo fatto scaldare per venti minuti, cioè, per un tempo pressochè doppio di quello, in cui si tenevano ordinariamente le palle al fuoco, il quale non eccedeva comunemente i dieci minuti, le palle di ferro, di rame, di vetro, di piombo, e di stagno, elleno si raffreddarono nell' ordine seguente.

Raf-

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo.		*Raffreddate alla temperie attuale.*	
	minuti		minuti
Stagno, in ----	10.	In ————	25.
Piombo, in ——	11.	In ————	30.
Vetro, in ——	12.	In ————	35.
Rame, in ——	16 $\frac{1}{2}$	In ————	44.
Ferro, in ——	20 $\frac{1}{2}$	In ————	50.

Da questa sperienza, ch' è stata fatta colla precisione la più grande, risulta:

1. Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento del rame, al segno di poterli tener in mano: : 20 $\frac{1}{2}$: 16 $\frac{1}{2}$ per la sperienza presente e: : 161 : 138 per le sperienze precedenti (*articolo XXI.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 181 $\frac{1}{2}$ a 154 $\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciso del loro primo raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per l' esperienza presente, essendo : : 50 : 44; e : : 466 : 405 per le sperienze precedenti (*articolo XXI.*), si avrà, unendo questi tempi, 516 : 449 per lo rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento del ferro, e del rame.

2. Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento del vetro, al segno di poterli tener in mano : : 20 $\frac{1}{2}$

 : 15

: 15 per la ſperienza precedente, e : : 62 : $35\frac{1}{2}$ per le ſperienze precedenti (*artic. XXI.*); onde ſi avrà, unendo queſti tempi, $82\frac{1}{2}$ a 46 pel rapporto più preciſo del loro primo raffreddamento; e per lo ſecondo, il rapporto trovato per l' eſperienza preſente, eſſendo : : 50 : 35, e : : 186 : 97 per le ſperienze precedenti (*articolo XXI.*); ſi avrà, unendo queſti tempi, 236 a 132 pel rapporto ancor più preciſo dell' intero raffreddamento del ferro, e del vetro.

3. Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento del piombo, al ſegno di poterli tener in mano : : $20\frac{1}{2}$: 11 per la ſperienza preſente, e : : $53\frac{1}{2}$: 27 per le ſperienze precedenti (*articolo IV.*); onde ſi avrà unendo queſti tempi, 74 a 38 pel rapporto più preciſo del primo loro raffreddamento; e pel ſecondo, il rapporto trovato per l' eſperienza preſente, eſſendo : : 50 : 30, e : : 142 : $94\frac{1}{2}$ per le ſperienze precedenti (*articolo IV.*); s' avrà, unendo inſieme queſti tempi, 192 a $124\frac{1}{2}$ pel rapporto ancor più preciſo dell' intero raffreddamento del ferro, e del piombo.

4. Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento dello ſtagno, al ſegno di poterli tener in mano : : $20\frac{1}{2}$: 10, e : : 131 : $64\frac{1}{2}$ per le

ſpe-

ſperienze precedenti (*articolo XXI.*) ; onde s' avrà unendo queſti tempi, 152 a $74 \frac{1}{2}$ pel rapporto più preciſo del primo loro raffreddamento; e pel ſecondo, il rapporto trovato per l' eſperienza preſente, eſſendo : : 50 : 25, e : : 460 : 226 per le ſperienze precedenti (*articolo XXI.*) ; ſi avrà, unendo queſti tempi, 510 a 251 per lo rapporto ancor più preciſo dell' intero raffreddamento del ferro, e dello ſtagno.

5. Che il tempo del raffreddamento del rame è a quello del raffreddamento del vetro, al ſegno di ſoffrirli : : $16 \frac{1}{2}$: 12 per la ſperienza preſente, e : : $52 \frac{1}{2}$: $34 \frac{1}{2}$ per le ſperienze precedenti (*articolo XXI.*); onde ſi avrà, unendo queſti tempi, 69 a 46 pel rapporto più preciſo del loro primo raffreddamento ; e per lo ſecondo il rapporto trovato per l' eſperienza preſente, eſſendo : : 44 : 35, e : : 157 : 97 per le ſperienze precedenti (*articolo XXI.*); ſi avrà, unendo queſti tempi, 201 a 132 per lo rapporto ancora più preciſo del intero raffreddamento del rame, e del vetro.

6. Che il tempo del raffreddamento del rame è a quello del raffreddamento del piombo, al ſegno di tenerli in mano : : $16 \frac{1}{2}$: 11 per l' eſperienza preſente, e : : 45 : 27 per le ſperienze precedenti (*articolo V.*) ; onde ſi avrà, unendo queſti tempi, $61 \frac{1}{2}$ a

38 per lo rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e per lo secondo, il rapporto trovato per l'esperienza presente, essendo : : 44 : 39, e : : 125 : 94 $\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*articolo V.*); si avrà unendo questi tempi, 169 a 124 $\frac{1}{2}$ pel rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento del rame, e del piombo.

7. Che il tempo del raffreddamento dello stagno, al segno di *tenerli in mano* : : 16 $\frac{1}{2}$: 10 per l'esperienza presente, e : : 136 $\frac{1}{2}$: 76 per le sperienze precedenti (*articolo XXI.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 153 a 86 pel rapporto più preciso del loro primo raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per l' esperienza presente, essendo : : 44 : 25, e : : 304 : 224 per le sperienze precedenti (*artic. XXI.*); si avrà, unendo questi tempi, 348 a 249 per lo rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento del rame, e dello stagno.

8. Che il tempo del raffreddamento del vetro è a quello del raffreddamento del piombo, al segno di poterli tener in mano : : 12 : 11, e : : 35 : 30 per l' intero loro raffreddamento.

9. Che il tempo del raffreddamento del vetro è a quello del raffreddamento dello stagno, al segno di tenerli in mano : : 12 : 10 per l' esperienza presente, e : : 34 $\frac{1}{2}$: 32 $\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*articolo XXI.*

XXI.) ; onde ſi avrà, unendo queſti tempi, 46 a 42 $\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciſo del primo loro raffreddamento ; e pel ſecondo , il rapporto trovato per queſta ſperienza , eſſendo : : 35 : 25 , e : : 97 : 92 per le ſperienze precedenti (*artic. XXI.*) ; ſi avrà , unendo queſti tempi , 132 a 117 per rapporto ancora più preciſo dell' intero raffreddamento del piombo, e dello ſtagno.

10. Che il tempo del raffreddamento del piombo è a quello del raffreddamento dello ſtagno , al ſegno di tenerli in mano : : 11 : 10 per la ſperienza preſente , e : : 25 $\frac{1}{2}$: 21 $\frac{1}{2}$ per le ſperienze precedenti (*articolo VIII.*) ; onde ſi avrà , unendo queſti tempi, 36 $\frac{1}{2}$ a 31 $\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciſo del loro primo raffreddamento ; e pel ſecondo, il rapporto trovato per l'eſperienza preſente , eſſendo : : 30 : 25 , e : : 79 $\frac{1}{2}$: 64 per le ſperienze precedenti (*articolo VIII.*) ; ſi avrà, unendo queſti tempi , 109 $\frac{1}{2}$ a 89 pel rapporto ancor più preciſo dell' intero raffreddamento del piombo, e dello ſtagno.

XL.

Avendo meſſe a ſcaldare inſieme le palle di rame , di zinco, di biſmuto , di ſtagno , e d'antimonio, elleno raffreddaronſi nell'ordine ſeguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo.	*Raffreddate alla temperie attuale.*
minuti	minuti
Antimonio, in — 8.	In ——— 23.
Bismuto, in — 8.	In ——— 24.
Stagno, in. — 8 $\frac{1}{2}$	In ——— 25.
Zinco, in —12.	In ——— 38.
Rame, in —14.	In ——— 40.

XLI.

Ripetutasi la stessa sperienza, le palle si raffreddarono nell' ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo.	*Raffreddate alla temperie attuale.*
minuti	minuti
Antimonio, in — 8.	In ——— 23.
Bismuto, in — 8.	In ——— 24.
Stagno, in — 9 $\frac{1}{2}$	In ——— 25.
Zinco, in — 12.	In ——— 33.
Rame, in — 14.	In ——— 40.

Da queste due sperienze; risulta:

1. Che il tempo del raffreddamento del rame è a quello del raffreddamento dello zinco, al segno di tenerli in mano : : 28 : 24, e : : 80 : 68 per l' intero loro raffreddamento.

2. Che il tempo del raffreddamento del rame

rame è a quello del raffreddamento dello ſtagno, al ſegno di tenerli in mano : : 28 : 18 per le ſperienze preſenti, : : 153 : 86 per le ſperienze precedenti (*artic.* XXXIX.); onde ſi avrà, unendo queſti tempi, 181 a 104 pel rapporto più preciſo del primo loro raffreddamento; e pel ſecondo, il rapporto trovato dall' eſperienza preſente, eſſendo : : 80 : 47, e : : 348 : 249 per le ſperienze precedenti (*articolo* XXXIX.); ſi avrà, unendo queſti tempi, 428 a 296 per lo rapporto più preciſo dell' intero raffreddamento del rame, e dello ſtagno.

3. Che il tempo del raffreddamento del rame è a quello del raffreddamento dell'antimonio, al ſegno di poterli tener in mano : : 28 : 16, e : : 68 : 47 per l' intero loro raffreddamento.

4. Che il tempo del raffreddamento del rame è a quello del raffreddamento del biſmuto, al ſegno di tenerli in mano : : 28 : 16, e : : 80 : 47 per l' intero loro raffreddamento.

5. Che il tempo del raffreddamento del zinco è a quello del raffreddamento dello ſtagno, al ſegno di tenerli in mano : : 24 : 18, e : : 68 : 47 per l'intero loro raffreddamento.

6. Che il tempo del raffreddamento del zinco è a quello del raffreddamento dell' antimonio, al ſegno di tenerli in mano : : 24 : 16 per le ſperienze preſenti : : 73 : $39\frac{1}{2}$ per le ſperienze precedenti (*articolo* XVII.);

 onde

onde si avrà, unendo questi tempi, 97 a 55 $\frac{1}{2}$ per lo rapporto più preciso del loro primo raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo :: 68 : 47, e :: 220 : 155 per le sperienze precedenti (*articolo XVII*); si avrà, unendo questi tempi, 288 a 292 pel rapporto più preciso dell' intero raffreddamento del zinco, e dell' antimonio.

7. Che il tempo del raffreddamento del zinco è a quello del raffreddamento del bismuto, al segno di poterli tener in mano :: 24 : 16, e :: 59 : 35 $\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*articolo XVII.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 83 a 51 $\frac{1}{2}$ pel rapporto ancor più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per l' esperienza presente, essendo :: 68 : 47, e :: 176 : 140 per le sperienze precedenti (*artic.XVII.*); si avrà, unendo questi tempi, 244 a 187, pel rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento del zinco, e del bismuto.

8. Che il tempo del raffreddamento dello stagno è a quello del raffreddamento dell' antimonio, al segno di tenerli in mano :: 18 : 16, e :: 50 : 47 per l' intero loro raffreddamento.

9. Che il tempo del raffreddamento dello stagno è a quello del raffreddamento del bismuto, al segno di tenerli in mano :: 18 : 16,

: 16, e : : 50 : 47 per l' intero loro raffreddamento.

10. Che il tempo del raffreddamento del bismuto è a quello del raffreddamento dell' antimonio, al segno di poterli tener in mano : : 16 : 16 per la sperienza presente, e : : 35 $\frac{1}{2}$ 32 per le sperienze precedenti (*articolo XVII.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 51 $\frac{1}{2}$: 48 per lo rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e per lo secondo, il rapporto trovato per la sperienza presente essendo : : 47 : 47, e : : 140 : 127 per l' esperienze precedenti (*articolo XVII.*); si avrà unendo questi tempi, 187 a 174 per lo rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento del bismuto, e dell' antimonio.

XLII.

Avendo fatto riscaldare insieme le palle d' oro, d' argento, di ferro, di smeriglio, e di pietra dura, elleno si raffreddaron nell' ordine seguente.

Raffreddate al ſegno di poterle ſoffrire in mano per un mezzo ſecondo. minuti	*Raffreddate alla temperie attuale.* minuti
Pietra calcarea dura, in — 11 $\frac{3}{4}$	In ——— 32.
Argento, in — 13.	In ——— 37.
Oro, in —— 14.	In ——— 40.
Smeriglio, in — 15 $\frac{1}{2}$	In ——— 46.
Ferro, in — 17.	In ——— 51.

Da queſta ſperienza, riſulta:

1. Che il tempo del raffreddamento del ferro, è a quello del raffreddamento dello ſmeriglio, al ſegno di poterli tener in mano : : 17 : 15 $\frac{1}{2}$, e : : 51 : 46 per l' intero loro raffreddamento.

2. Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento dell' oro, al ſegno di poterli tener in mano, : : 17 : 14 per l' eſperienza preſente, e : : 45 $\frac{1}{2}$: 37 per le ſperienze precedenti (*articolo XI.*); onde ſi avrà, unendo queſti tempi, 62 $\frac{1}{2}$ a 31 pel rapporto più preciſo del primo loro raffreddamento; e pel ſecondo, il rapporto trovato per l' eſperienza preſente, eſſendo : : 51 : 40, e : : 138 : 114 per le ſperienze precedenti (*art. XI.*) ſi avrà, unendo queſti tempi, 189 a 154 pel rapporto ancora più preciſo dell' intero raffreddamento del ferro, e dell' oro.

3. Che

3. Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento dell' argento, al segno di tenerli in mano : : 17 : 13 per l' esperienza presente, e : : 67 : 51 per le sperienze precedenti (*articolo XXXVII.*) ; quindi si avrà, unendo questi tempi, 84 a 64 pel più preciso rapporto del loro primo raffreddamento ; e pel secondo, il rapporto trovato per l' esperienza presente, essendo : : 51 : 37, e : : 209 : 156 per le sperienze precedenti (*articolo XXXVII.*) ; si avrà, unendo questi tempi, 260 a 193 per lo rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento del ferro, e dell' argento.

4. Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento della pietra dura, al segno di soffrirli : : 17 : 11 $\frac{1}{2}$, e : : 51 : 52 per l' intero loro raffreddamento.

5. Che il tempo del raffreddamento dello smeriglio è a quello del raffreddamento dell' oro, al segno di poterli tener in mano : : 15 $\frac{1}{2}$: 14 per l' esperienza presente, e : : 44 : 38 per le sperienze precedenti (*articolo XVI.*) ; onde si avrà, unendo questi tempi, 59 $\frac{1}{2}$ a 52 per lo rapporto ancora più preciso del primo loro raffreddamento ; e pel secondo, il rapporto trovato per l' esperienza presente, essendo : : 46 : 40, e : : 131 : 115 per le sperienze precedenti (ar-

(*artic. XVI.*); si avrà, unendo questi tempi, 177 a 115 pel rapporto ancor più preciso dell'intero raffreddamento dello smeriglio, e dell'oro.

6. Che il tempo del raffreddamento dello smeriglio è a quello del raffreddamento dell'argento, al segno di poterli tener in mano : : 15 $\frac{1}{2}$: 13 per l'esperienza presente, e : : 43 : 32 $\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*articolo XVII.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 58 $\frac{1}{2}$ a 45 $\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciso del primo raffreddamento dello smeriglio, e dell'argento; e pel secondo, il rapporto trovato per l'esperienza presente, essendo : : 46 : 37, e : : 125 : 98 per le sperienze precedenti (*artic. XVII.*); si avrà, unendo questi tempi, 171 a 135 pel rapporto ancora più preciso del loro intero raffreddamento.

7. Che il tempo del raffreddamento dello smeriglio è a quello del raffreddamento della pietra dura, al segno di tenerli in mano : : 15 $\frac{1}{2}$: 12, e : : 46 : 32 per l'intero loro raffreddamento.

8. Che il tempo del raffreddamento dell'oro è a quello del raffreddamento dell'argento, al segno di tenerli in mano : : 14 : 13 per l'esperienza presente, e : : 80 : 71 per le sperienze precedenti (*articolo XXXVIII.*); quindi si avrà, unendo questi tempi, 94 a 84 per lo rapporto ancora più

più preciſo del primo loro raffreddamento ; e per lo ſecondo, il rapporto trovato per l'eſperienza preſente , eſſendo : : 40 : 37 , e : : 234 : 201 per le ſperienze precedenti (*articolo XXXVIII.*) ; ſi avrà , unendo queſti tempi , 274 a 238 pel rapporto ancora più preciſo dell' intero raffreddamento dell' oro, e dell' argento.

9. Che il tempo del raffreddamento dell' oro, è a quello del raffreddamento della pietra dura , al ſegno di tenerli in mano : : 14 : 12 per l'eſperienza preſente , e : : 39 $\frac{1}{2}$: 27 $\frac{1}{2}$ per le ſperienze precedenti (*articolo XXX.*) ; onde ſi avrà , unendo queſti tempi, 53 $\frac{1}{2}$ a 39 $\frac{1}{2}$ per lo rapporto più preciſo del loro primo raffreddamento ; e pel ſecondo , il rapporto trovato per l' eſperienza preſente, eſſendo : : 40 : 32 , e : : 117 : 86 per le ſperienze precedenti (*artic. XXX.*) ; s' avrà unendo queſti tempi, 157 a 118 per lo rapporto ancor più preciſo dell'intero raffreddamento dell' oro, e della pietra dura.

10. Che il tempo del raffreddamento dell' argento è a quello del raffreddamento della pietra dura , al ſegno di poterli tener in mano : : 13 : 12 , e per l' eſperienza preſente , e : : 45 $\frac{1}{2}$: 31 $\frac{1}{2}$; per le ſperienze precedenti (*artic. XXVII.*) ; onde unendo queſti tempi, ſi avrà 58 $\frac{1}{2}$ a 43 $\frac{1}{2}$ pel rapporto oncora più preciſo del loro primo raffreddamen-

mento; e pel secondo, il rapporto trovato per l'esperienza presente, essendo : : 37 : 32, e : : 125 : 107 per le sperienze precedenti (*art. XXVIII.*); si avrà, unendo questi tempi, 162 a 139 per lo rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento dell' argento, e della pietra dura.

XLIII.

Avendo fatto riscaldare insieme le palle di piombo, di ferro, di marmo bianco, di pietra arenosa, di pietra tenera, esseno si raffreddarono nell' ordine seguente.

Raffreddate al segno di poterle tener in mano per un mezzo secondo.	*Raffreddate alla temperie attuale.*
minuti	minuti
Pietra calcarea tenera, in —— $6 \frac{1}{2}$	In ———— 20.
Piombo, in ——8.	In ———— 29.
Pietra arenosa in -8 $\frac{1}{2}$	In ———— 29.
Marmo bianc.in-10 $\frac{1}{2}$	In ———— 29.
Ferro, in —— 15.	In ———— 43.

XLIV.

Ripetutasi la stessa sperienza, le palle raffreddarono nell' ordine seguente.

Raf-

Raffreddate al segno di poterle tener in mano per un mezzo secondo.	*Raffreddate alla temperie attuale.*
minuti	minuti
Pietra calcarea tenera, in — 7.	In ——— 21.
Piombo, in — 8.	In ——— 28.
Pietra arenos. in 8 $\frac{1}{2}$	In ——— 28.
Marmo bianc. in 10 $\frac{1}{2}$	In ——— 30.
Ferro, in — 16.	In ——— 45.

Da queste due sperienze, risulta:

1. Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento del marmo bianco, al segno di tenerli in mano : : 31 : 21 $\frac{1}{2}$, e : : 88 : 59 per l' intero loro raffreddamento.

2. Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento della pietra arenosa, al segno di tenerli in mano : : 31 : 17 per l' esperienza presente, e : : 53 $\frac{1}{2}$: 32 per le sperienze precedenti (*articolo IV.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 84 $\frac{1}{2}$ a 49 pel rapporto più preciso del loro primo raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per la sperienza presente, essendo : : 88 : 57, e : : 142 : 102 $\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*artic. IV.*); si avrà, unendo questi tempi, 230 a 159 $\frac{1}{2}$ per lo rapporto ancor più preciso dell'

inte-

intero raffreddamento del ferro, e della pietra arenosa.

3. Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento del piombo, al segno di poterli tener in mano : : 31 : 16 per le sperienze presenti, e : : 74 : 38 per l'esperienze precedenti (*art.* XXXIX); onde si avrà, unendo questi tempi, 105 a 54 pel rapporto ancora più preciso del loro primo raffreddamento; e per lo secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 98 : 57, e : : 192 : 124$\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*articolo* XXXIX.); si avrà, unendo questi tempi, 280 a 181$\frac{1}{2}$ pel rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento del ferro, e del piombo.

4. Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento della pietra tenera, al segno, di poterli tenere in mano : : 31 : 13, e : : 88 : 41 per l'intero loro raffreddamento.

5. Che il tempo del raffreddamento del marmo bianco è a quello del raffreddamento della pietra arenosa, al segno di tenerli in mano : : 21 : 17, e : : 59 : 57 per l' intero loro raffreddamento.

6. Che il tempo del raffreddamento del marmo bianco è a quello del raffreddamento del piombo, al segno di tenerli in mano : : 21 : 16, e : : 59 : 57 per l' intero loro raffreddamento.

7. Che il tempo del raffreddamento del mar-

marmo bianco è a quello del raffreddamento della pietra calcarea tenera, al segno di tenerli in mano : : 21 : 13 $\frac{1}{2}$ per le sperienze presenti, e : : 32 : 23 per le precedenti (*articolo* XXX.) ; onde, unendo questi tempi, si avrà 53 a 36 $\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 59 : 41, e : : 92 : 68 per le sperienze precedenti (*articolo* XXX.); si avrà, unendo questi tempi, 151 a 159 pel rapporto ancora più preciso dell'intero raffeddamento del marmo bianco, e della pietra calcarea tenera.

8. Che il tempo del raffreddamento della pietra arenosa è a quello del raffreddamento del piombo, al segno di tenerli in mano : : 17 $\frac{1}{2}$: 16, per le sperienze presenti, e : : 42 $\frac{1}{2}$: 35 $\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*articolo* VIII.); onde si avrà, unendo questi tempi, 59 $\frac{1}{2}$ a 51 $\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciso del loro primo raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 57 : 57, e : : 130 : 121 $\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*articolo VIII.*); si avrà, unendo questi tempi, 187 a 178 $\frac{1}{2}$ pel rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento della pietra arenosa, e del piombo.

9. Che il tempo del raffreddamento della pietra arenosa è a quello del raffreddamento della pietra tenera, al segno di soffrirle

: : 17

: : 17 : 13 $\frac{1}{2}$, e : : 57 : 41 per lo intero raffreddamento.

10. Che il tempo del raffreddamento del piombo è a quello del raffreddamento della pietra tenera, al segno di soffrirli : : 16 : 13 $\frac{1}{2}$, e : : 57 : 41 per lo intero raffreddamento.

XLV.

Avendo fatto riscaldare insieme le palle di gesso, d'ocra, di creta, d'argilla e di vetro; ecco l'ordine, nel quale elleno raffreddarono.

Raffreddate al segno di poterle tener in mano per un mezzo secondo.		*Raffreddate alla temperie attuale.*
	minuti	minuti
Gesso, in ——	3 $\frac{1}{2}$	In —— 15.
Ocra, in ——	5 $\frac{1}{2}$	In —— 16.
Creta, in ——	5 $\frac{1}{2}$	In —— 16.
Argilla, in ——	7.	In —— 18.
Vetro, in ——	8 $\frac{1}{2}$	In —— 24.

XLVI.

Ripetuta la medesima sperienza, le palle sonosi raffreddate nell' ordine seguente.

Raf-

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo.	minuti	*Raffreddate alla temperie attuale.*	minuti
Gesso, in ——	$3 \frac{1}{2}$	In ————	14.
Ocra, in ——	$5 \frac{1}{2}$	In ————	16.
Creta, in ——	$5 \frac{1}{2}$	In ————	16.
Argilla, in ——	$6 \frac{1}{2}$	In ————	18.
Vetro, in ——	8.	In ————	22.

Da queste due sperienze, risulta:

1. Che il tempo del raffreddamento del vetro è a quello del raffreddamento dell' argilla, al segno di soffrirli : : $16 \frac{1}{2} : 13 \frac{1}{2}$, e : : 46 : 36 pel lo raffreddamento intero.

2. Che il tempo del raffreddamento del vetro è a quello del raffreddamento della creta, al segno di soffrirli : : $16 \frac{1}{2}$: 11; e : : 46 : 36 per l' intero loro raffreddamento.

3. Che il tempo del raffreddamento del vetro è a quello del raffreddamento dell'ocra, al segno di soffrirli : : 16: $\frac{1}{2}$ 11, e : : 46 : 32 per lo intero raffreddamento.

4. Che il tempo del raffreddamento del vetro è a quello del raffreddamento del gesso, al segno di poterli soffrire : : $16\frac{1}{2}$: 7 per la esperienza presente, e : : 52 : $21 \frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*articolo XXXIII.*); onde si avrà, unendo questi tempi, $68 \frac{1}{2}$ a 28

28 $\frac{1}{2}$ per lo rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto rrovato per le esperienze presenti, essendo : : 46 : 29, e : : 32 : 78 per le sperienze precedenti (*articolo XXXIII.*); si avrà, unendo questi tempi, 178 a 107 pel rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento del vetro, e del gesso.

5. Che il tempo del raffreddamento dell' argilla è a quello del raffreddamento della creta, al segno di soffrirle : : 13 : 11 per l' esperienza presente, e : : 12 $\frac{1}{2}$: 10 per le sperienze precedenti (*articolo* XXXV.); onde si avrà, unendo questi tempi, 26 a 21 pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 36 : 32, e : : 33 : 26 per le sperienze precedenti (*articolo XXXV.*); si avrà, unendo questi tempi, 69 a 58 pel rapporto ancora più preciso dell'intero raffreddamento dell' argilla, e della creta.

6. Che il tempo del raffreddamento dell' argilla è a quello del raffreddamento dell' ocra, al segno di soffrirle : : 13 $\frac{1}{2}$: 11 per le sperienze precedenti e : 12 $\frac{1}{2}$: 11 $\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*artic. XXXV.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 26 a 22$\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciso del loro primo raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le esperienze presenti, essen-

ſendo : : 36 : 32 , e : : 33 : 29 per le ſperienze precedenti (*articolo XXXV.*): ſi avrà , unendo queſti tempi , 69 a 61 pel rapporto ancora più preciſo dell'intero raffreddamento dell'argilla, e dell'ocra.

7. Che il tempo del raffreddamento dell'argilla è a quello del raffreddamento del geſſo, al ſegno di ſoffrirli : : $13\frac{1}{2}$: 17, e : : 36 : 29 per lo raffreddameoto intero.

8. Che il tempo del raffreddamento della creta è a quello del raffreddamento dell'ocra, al ſegno di ſoffrirle : : 11 : 11 per le ſperienze preſenti, e : : 10 : $11\frac{1}{2}$ per le ſperienze precedenti (*articolo XXXV.*); onde ſi avrà, unendo queſti tempi, 21 a $22\frac{1}{2}$ per lo rapporto più preciſo del primo loro raffreddamento; e pel ſecondo, il rapporto trovato per le ſperienze preſenti, eſſendo : : 32 : 32, e : : 26 : 29 per le ſperienze precedenti (*articolo XXXV.*); ſi avrà, unendo queſti tempi, 58 a 61 pel rapporto ancora più preciſo dell'intero raffreddamento della creta, e dell'ocra.

9. Che il tempo del raffreddamento della creta è a quello del raffreddamento del geſſo, al ſegno di ſoffrirli : : 11 : 7; e : : 32 : 29 per lo raffreddamento intero.

10. Che il tempo del raffreddamento dell'ocra è a quello del raffreddamento del geſſo, al ſegno di ſoffrirli : : 13 : 7; e : : 32 : 26 per lo raffreddamento intero.

XLVII.

XLVII.

Avendo fatto riscaldare insieme le palle di zinco, di stagno, d'antimonio, di pietra arenosa, e di marmo bianco, elleno sonosi raffreddate nell' ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo. minuti	*Raffreddate alla temperie attuale.* minuti
Antimonio, in -- 6.	In ——— 16.
Stagno, in --- 6 $\frac{1}{2}$	In ——— 20.
Pietra arenos. in — 8.	In ——— 26.
Marmo bianc. in -- 9 $\frac{1}{2}$	In ——— 29.
Zinco, in —— 11 $\frac{1}{2}$	In ——— 35.

XLVIII.

Ripetutasi la stessa sperienza, le palle sonosi raffreddate nell' ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo. minuti	*Raffreddate alla temperie attuale.* minuti
Antimonio, in — 5.	In ——— 13.
Stagno, in --- 6.	In ——— 16.
Pietra arenos. in —7.	In ——— 21.
Marmo bianc. in --8.	In ——— 24.
Zinco, in —— 9 $\frac{1}{2}$	In ——— 30.

Da queste due sperienze risulta:

1. Che il tempo del raffreddamento del zin-

zinco è a quello del raffreddamento del marmo bianco, a ſegno di ſoffrirli : : 21 : 27$\frac{1}{2}$ e : : 65 : 53 per l' intero loro raffreddamento.

2. Che il tempo del raffreddamento del zinco è a quello del raffreddamento della pietra arenoſa, al ſegno di ſoffrirli : : 21 : 15, e : : 65 : 47 per lo raffreddamento intero.

3. Che il tempo del raffreddamento del zinco è a quello del raffreddamento dello ſtagno, al ſegno di ſoffrirli : : 21 : 12 $\frac{1}{2}$ per le ſperienze preſenti; e :: 24 : 18 per le ſperienze precedenti (*articolo XLI.*); onde, unendo queſti tempi, ſi avrà 45 a 30 $\frac{1}{2}$ pel rapporto ancora più preciſo del primo loro raffreddamento; e pel ſecondo, il rapporto trovato per le ſperienze preſenti, eſſendo :: 65 : 36, e per le ſperienze precedenti (*articolo XLI.*) :: 68 : 47; ſi avrà unendo queſti tempi, 133 a 83 per lo rapporto ancora più preciſo dell' intero raffreddamento del zinco, e dello ſtagno.

4. Che il tempo del raffreddamento del zinco è a quello del raffreddamento dell' antimonio, al ſegno di ſoffrirli :: 21 : 11 per le ſperienze preſenti, e : : 73 : 39 $\frac{1}{2}$ per le ſperienze precedenti (*articolo XVII.*); onde, unendo queſti tempi, ſi avrà, 94 a 50 $\frac{1}{2}$ per lo rapporto più preciſo del primo loro raffreddamento; e pel ſecondo, il rapporto tro-

vato per le sperienze presenti , essendo :: 65 : 29, e :: 220 : 155 per le sperienze precedenti (*artic. XVII.*) ; si avrà, unendo questi tempi , 285 a 184 per lo rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento del zinco , e del antimonio .

5. Che il tempo del raffreddamento del marmo bianco è a quello del raffreddamento della pietra arenosa , al segno di poterli soffrire :: 17 $\frac{1}{2}$: 15 per le sperienze presenti e : : 21 : 17 per le sperienze precedenti (*articolo XLIV.*) ; onde si avrà, unendo questi tempi , 38 $\frac{1}{2}$ a 32 pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento ; e pel secondo , il rapporto trovato per le presenti sperienze essendo : : 53 : 47 ; e : : 59 : 57 per le sperienze precedenti (*articolo XLIV.*) ; si avrà , unendo questi tempi , 112 a 104 pel rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento del marmo bianco , e della pietra arenosa .

6. Che il tempo del raffreddamento del marmo bianco è a quello del raffreddamento dello stagno, al segno di soffrirli :: 17$\frac{1}{2}$: 12$\frac{1}{2}$ e :: 53 : 36 per l' intero loro raffreddamento.

7. Che il tempo del raffreddamento del marmo bianco è a quello del raffreddamento dell' antimonio , al segno di soffrirli :: 17 : 11 , e :: 53 : 36 per l' intero loro raffreddamento .

8. Che il tempo del raffreddamento della

la pietra arenosa è a quello del raffreddamento dello stagno, al segno di soffrirli : : 15 : 12 $\frac{1}{2}$ per le sperienze presenti, e : : 30 : 21 $\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*articolo VIII.*) ; onde si avrà, unendo questi tempi, 45 a 34 pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento ; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 47 : 36, e : : 84 : 64 per le sperienze precedenti (*articolo VIII.*) ; si avrà, unendo questi tempi, 131 a 100 pel rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento della pietra arenosa, e dello stagno.

9. Che il tempo del raffreddamento della pietra arenosa è a quello del raffreddamento dell'antimonio, al segno di soffrirli : : 15 : 11, e : : 47 : 29 per l' intero loro raffreddamento.

10. Che il tempo del raffreddamento dello stagno è a quello del raffreddamento dell' antimonio al segno di poterli soffrire : : 12 $\frac{1}{2}$: 11 per le sperienze presenti, e : : 18 : 16 per le sperienze precedenti (*articolo XL.*) ; onde s' avrà, unendo questi tempi, 30 $\frac{1}{2}$ a 27 per lo rapporto più preciso del primo loro raffreddamento ; e pel secondo il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 36 : 29, e : : 47 : 47 per le sperienze precedenti (*articolo XL.*) ; si avrà, unendo questi tempi, 83 a 76 pel rapporto ancora più

preciso dell'intero raffreddamento dello stagno, e dell' antimonio.

XLIX.

Fattesi riscaldare insieme le palle di rame, di smeriglio, di bismuto, d'argilla, e d'ocra, sonosi raffreddate nell'ordine seguente..

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo. minuti	*Raffreddate alla temperie attuale.* minuti
Ocra, in —— 6.	In —— - —— 18.
Bismuto, in —— 7.	In ——-.—— 22.
Argilla, in —— 7.	In ——.-.—— 23.
Rame, in —— 13.	In —————-- 36.
Smeriglio, in ---15 $\frac{1}{2}$	In ——-.—— 43.

L.

Ripetutasi la stessa sperienza, le palle sonosi raffreddate nell'ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo. minuti	*Raffreddate alla temperie attuale.* minuti
Ocra, in —— 5	In ——— 13.
Bismuto, in — 6.	In ——— 28.
Argilla, in —— 6.	In ——.-—— 19.
Rame, in ——-10.	In —————-- 30.
Smeriglio, in --11 $\frac{1}{2}$	In ——-—— 38.

Da queste due sperienze risulta:

1. Che il tempo del raffreddamento dello smeriglio è a quello del raffreddamento del rame, al segno di soffrirli : : 27 : 23, e : : 81 : 66 per l'intero loro raffreddamento.

2. Che il tempo del raffreddamento dello

lo ſmeriglio è a quello del raffreddamento dell' argilla, al ſegno di ſoffrirli : : 27 : 13, e : : 81 : 42 per l' intero loro raffreddamento.

3. Che il tempo del raffreddamento dello ſmeriglio è a quello del raffreddamento del biſmuto, al ſegno di ſoffrirli : : 27 : 13 per l' eſperienze preſenti, e : : 71 : 35 $\frac{1}{2}$ per le ſperienze precedenti (*articolo XVII.*); onde s' avrà, unendo queſti tempi, 98 a 48$\frac{1}{2}$ per lo rapporto ancora più preciſo del loro primo raffreddamento; e pel ſecondo, il rapporto trovato per le ſperienze preſenti, eſſendo : : 81 : 40, e : : 216 : 140 per le ſperienze precedenti (*articolo XVII.*); ſi avrà, unendo queſti tempi, 297 a 180 pel rapporto ancor più preciſo dell' intero raffreddamento dello ſmeriglio, e del biſmuto.

4. Che il tempo del raffreddamento dello ſmeriglio è a quello del raffreddamento dell' ocra, al ſegno di ſoffrirli : : 27 : 11 $\frac{1}{2}$, e : : 81 : 31 per l'intero loro raffreddamento.

5. Che il tempo del raffreddamento del rame è a quello del raffreddamento dell' argilla, al ſegno di ſoffrirli : : 23 : 13, e : : 66 : 42 per lo raffreddamento intero.

6. Che il tempo del raffreddamento del rame è a quello del raffreddamento del biſmuto, al ſegno di poterli ſoffrire : : 23 : 13 per le ſperienze preſenti, e : : 28 : 16 per le ſperienze precedenti (*articolo XLI.*); onde ſi avrà, unendo queſti tempi, 51 a 39 pel rapporto più preciſo del loro primo raf-

freddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti : : *66* : 40, e : : 80 : 47 per le sperienze precedenti (*articolo XLI.*) ; si avrà, unendo questi tempi, 146 a 87 per lo rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento del rame, e del bismuto.

7. Che il tempo del raffreddamento del rame è a quello del raffreddamento dell' ocra, al segno di soffrirli : : 33 : 11 $\frac{1}{2}$, e : : *66* : *31* per l' intero loro raffreddamento.

8. Che il tempo del raffreddamento dell' argilla è a quello del raffreddamento del bismuto, al segno di poterli soffrire : : 13 : 13, e : : 42 : 41 per l'intero loro raffreddamento.

9. Che il tempo del raffreddamento dell' argilla è a quello del raffreddamento dell' ocra, al segno di soffrirle : : 13 : 11$\frac{1}{2}$ per le sperienze presenti, e : : *26* : 22 $\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*articolo XLVI.*); onde si avrà, unendo questi tempi, *39* a 34 pel rapporto più preciso del loro primo raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 42 : 31, e : : *69* : *61* per le sperienze precedenti (*articolo XLVI.*); si avrà, unendo questi tempi, 111 a *92* pel rapporto ancor più preciso dell'intero raffreddamento dell' argilla, e dell' ocra.

10. Che il tempo del raffreddamento del bis-

bismuto è a quello del raffreddamento dell' ocra, al segno di poterli soffrire : : 13 : 11 $\frac{1}{2}$, e : : 32 : 31 per lo raffreddamento intero

LI.

Avendo fatto riscaldare insieme le palle di ferro, di zinco, di bismuto, d' argilla, e di creta, elleno sonosi raffreddate nell' ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo. minuti	*Raffreddate alla temperie attuale.* minuti
Creta, in —— 6 $\frac{1}{2}$	In ——— 18.
Bismuto, in — 7.	In ——— 19.
Argilla, in ——8.	In ——— 20.
Zinco, in ——15.	In ——— 25.
Ferro, in ——19.	In ——— 45.

LII.

Ripetutasi la stessa sperienza, le palle si sono raffreddate nell'ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo. minuti	*Raffreddate alla temperie attuale.* minuti
Creta, in —— 7	In ——— 20.
Bismuto, in — 7 $\frac{1}{2}$	In ——— 21.
Argilla, in —— 9	In ——— 24.
Zinco, in —— 16	In ——— 34.
Ferro, in —— 21. $\frac{1}{2}$	In ——— 53.

Da queste due sperienze si può conchiudere.

1. Che il tempo del raffreddamento del fer-

ferro è a quello del raffreddamento del zinco, al segno di soffrirli : : 40 $\frac{1}{2}$: 31, e : : 59 : 98 per l'intero loro raffreddamento.

2. Che il tempo del raffreddamento del ferro è al tempo del raffreddamento del bismuto, al segno di soffrirli : : 40 $\frac{1}{2}$: 14 $\frac{1}{2}$, e : : 96 : 40 per lo raffreddamento intero.

3. Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento dell'argilla, al segno di soffrirli : : 40 $\frac{1}{2}$: 17, e : : 98 : 44 per lo raffreddamento intero.

4. Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento della creta, al segno di soffrirli : : 40 $\frac{1}{2}$: 12 $\frac{1}{2}$, e : : 98 : 38 per lo raffreddamento intero.

5. Che il tempo del raffreddamento del zinco è a quello del raffreddamento del bismuto, al segno di soffrirli : : 31 : 14 $\frac{1}{2}$ per le sperienze presenti, e : : 34 $\frac{1}{2}$: 20 $\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*articolo XVI.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 65 $\frac{1}{2}$ a 35 per lo rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 59 : 40, e : : 100 : 80 per le sperienze precedenti (*articolo XV.*); si avrà, unendo questi tempi 159 a 120 pel rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento del zinco, e del bismuto.

6. Che il tempo del raffreddamento del zinco è a quello del raffreddamento dell' argilla, al segno di soffrirli : : 31 : 17, e : : 59

e : : 59 : 44 per lo raffreddamento intero.

7. Che il tempo del raffreddamento dello zinco è a quello del raffreddamento della creta, al segno di soffrirli : : 31 : 12 $\frac{1}{2}$, e : : 59 : 38 pel loro intero raffreddamento.

8. Che il tempo del raffreddamento del bismuto è a quello del raffreddamento dell' argilla, al segno di soffrirli : : 14 $\frac{1}{2}$: 17 per le sperienze presenti, e : : 13 : 13 per le sperienze precedenti (*articolo L.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 27 $\frac{1}{2}$ a 30 pel più preciso rapporto del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 40 : 44, e : : 41 : 42 per le sperienze precedenti (*articolo L.*); si avrà, unendo questi tempi, 81 a 86 pel rapporto ancor più preciso del raffreddamento intero del bismuto, e dell' argilla.

9. Che il tempo del raffreddamento del bismuto è a quello del raffreddamento della creta, al segno di soffrirli : : 14 $\frac{1}{2}$: 13 $\frac{1}{2}$, e : : 40 : 38 per lo raffreddamento intero.

10. Che il tempo del raffreddamento dell' argilla è a quello del raffreddamento della creta, al segno di soffrirle : : 17 : 13 $\frac{1}{2}$ per le sperienze presenti, e : : 26 : 21 per le sperienze precedenti (*articolo XLVI.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 43 a 34 $\frac{1}{2}$ per lo rapporto più preciso del loro primo raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 44 : 38, e : : 69 : 58 per le sperienze prece-

denti (*articolo XLVI.*) ; si avrà , unendo questi tempi , 113 a 96 per lo rapporto ancora più preciso del raffreddamento intero dell' argilla , e della creta .

LIII.

Avendo fatto riscaldar insieme le palle di smeriglio , di vetro , di pietra calcarea dura , e di legno , elleno si sono raffreddate nell'ordine seguente .

Raffreddate al segno di poterle soffrire in mano per un mezzo secondo. minuti	*Raffreddate alla temperie attuale.* minuti
Legno , in —— 2 $\frac{1}{2}$	In ——— 15.
Vetro , in —— 9 $\frac{1}{2}$	In ——— 28.
Pietra arenos.in - 11.	In ——— 34.
Pietra calcarea dura , in —— 12.	In ——— 36.
Smeriglio , in —13	In ——— 47.

LIV.

Ripetutasi l'esperienza medesima , le palle si sono raffreddate nell'ordine seguente .

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo. minuti	*Raffreddate alla temperie attuale.* minuti
Legno , in ——2.	In ——— 13.
Vetro , in ——7 $\frac{1}{2}$	In ——— 21.
Pietra arenosa, in - 8.	In ——— 24.
Pietra dura , in --8 $\frac{1}{2}$	In ——— 26.
Smeriglio , in --14.	In ——— 42.

Da

Da queſte due ſperienze, riſulta:

1. Che il tempo del raffreddamento dello ſmeriglio è a quello del raffreddamento della pietra dura, al ſegno di ſoffrirli : : 21 : $20\frac{1}{2}$ per le ſperienze preſenti, e : : $15\frac{1}{2}$: 12 per le ſperienze precedenti (*art. XLII.*); onde, unendo queſti tempi, s'avrà $44\frac{1}{2}$ a $32\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciſo del primo loro raffreddamento; e pel ſecondo, il rapporto trovato per l'eſperienze preſenti, eſſendo : : 89 : 62, e : : 46 : 32 per le ſperienze precedenti (*articolo XLII.*); ſi avrà, unendo queſti tempi, 125 a 94 per lo rapporto ancor più preciſo del raffreddamento intero dello ſmeriglio e della pietra dura.

2. Che il tempo del raffreddamento dello meriglio è a quello del raffreddamento della pietra arenoſa, al ſegno di ſoffrirli : : 29 : 19, e : : 89 : 58 per lo raffreddamento intero.

3. Che il tempo del raffreddamento dello ſmeriglio è a quello del raffreddamento del vetro, al ſegno di ſoffrirli : : 29 : 17, e : : 89 : 49 per lo raffreddamento intero.

4. Che il tempo del raffreddamento dello ſmeriglio è a quello del raffreddamento del legno, al ſegno di ſoffrirli : : 29 : $4\frac{1}{2}$, e : : 89 : 28 per lo raffreddamento intero.

5. Che il tempo del raffreddamento della pietra dura è a quello del raffreddamento della pietra arenoſa, al ſegno di ſoffrirle : : $20\frac{1}{2}$: 19, e : : 62 : 58 per lo raf-

freddamento intero.

6. Che il tempo del raffreddamento della pietra dura è a quello del raffreddamento del vetro, al segno di soffrirli : : 20 $\frac{1}{2}$: 17, e : : 62 : 49 per lo raffreddamento intero.

7. Che il tempo del raffreddamento della pietra dura è a quello del raffreddamento del legno, al segno di soffrirli : : 20$\frac{1}{2}$: 4 $\frac{1}{2}$, e : : 62 : 28 per lo raffreddamento intero.

8. Che il tempo del raffreddamento della pietra arenosa è a quello del raffreddamento del vetro, al grado di soffrirli : : 19 : 17 per l' esperienze presenti, : : 55 : 52 per le sperienze precedenti (*articolo XXXIII.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 74 a 69 per lo rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 58 : 49, e : : 170 : 132 per le sperienze precedenti (*articolo XXXIII.*); si avrà, unendo questi tempi, 228 a 181 per lo rapporto ancora più preciso del raffreddamento intero della pie tra arenosa, e del vetro.

9. Che il tempo del raffreddamento della pietra arenosa è a quello del raffreddamento del legno, al segno di poterli soffrire : : 15 : 4 $\frac{1}{2}$, e : : 58 : 28 per lo raffreddamento intero.

10. Che il tempo del raffreddamento del vetro è a quello del raffreddamento del legno,

gno, al ſegno di ſoffrirli : : 17 : $4\frac{1}{2}$, e : : 49 : 28 per lo raffreddamento intero.

LV.

Avendo fatto riſcaldare inſieme le palle d' oro, di ſtagno, di ſmeriglio, di geſſo, e di creta, elleno ſi ſono raffreddate nell' ordine ſeguente.

Raffreddate al ſegno di poterle ſoffrire in mano per un mezzo ſecondo. minuti	*Raffreddate alla temperie attuale.* minuti
Geſſo, in —— 5.	In ———— 15.
Creta, in —— $7\frac{1}{2}$	In ———— 21.
Stagno, in —— 11. $\frac{1}{2}$	In ———— 30.
Oro, in —— 16.	In ———— 41.
Smeriglio, in — 20.	In ———— 42.

LVI.

Ripetutaſi l' eſperienza medeſima, le palle ſi ſono raffreddate nell' ordine ſeguente.

Raffreddate al ſegno di poterle ſoffrire in mano per un mezzo ſecondo. minuti	*Raffreddate alla temperie attuale.* minuti
Geſſo, in —— 4.	In ———— 13.
Creta, in —— $6\frac{1}{2}$	In ———— 18.
Pietra arenoſ. in - 10.	In ———— 27.
Oro, in —— 15.	In ———— 40.
Smeriglio, in -- 18.	In ———— 46.

Da queſte ſperienze ſi può conchiudere:

1. Che

1. Che il tempo del raffreddamento dello smeriglio è a quello del raffreddamento dell' oro, al segno di poterli soffrire : : 38 : 31 per le sperienze presenti, e : : 59 $\frac{1}{2}$: 52 per le sperienze precedenti (*articolo* XLII.); onde si avrà, unendo questi tempi, 97 $\frac{1}{2}$ a 83 pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 95 : 81, e :: 166 : 155 per le sperienze precedenti (*articolo* XLII.); si avrà, unendo questi tempi, 261 a 236 per lo rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento dello smeriglio, e dell' oro.

2. Che il tempo del raffreddamento dello smeriglio è a quello del raffreddamento dello stagno, al segno di soffrirli : : 38 : 21$\frac{1}{2}$, e : : 95: 57 per lo raffreddamento intero.

3. Che il tempo del raffreddamento dello smeriglio è a quello del raffreddamento della creta, al segno di soffrirli : : 38 : 14, e :: 95 : 39 per lo raffreddamento intero.

4. Che il tempo del raffreddamento dello smeriglio è a quello del raffreddamento del gesso, al segno, di soffrirli :: 38 : 9, e :: 95 : 28 per lo raffreddamento intero.

5. Che il tempo del raffreddamento dell' oro è a quello del raffreddamento dello stagno, al segno di soffrirli :: 31 : 22 per le sperienze presenti, e :: 37 : 21 per le sperienze precedenti (*artic.* XI); onde si avrà, unen-

unendo questi tempi, 68 a 43 per lo rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo :: 81 : 57, e :: 114 : 61 per le sperienze precedenti (*articolo XI.*); si avrà, unendo questi tempi, 195 a 118 per lo rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento dell' oro, e dello stagno.

6. Che il tempo del raffreddamento dell' oro è a quello del raffreddamento della creta, al segno di soffrirli :: 31 : 14 per le sperienze presenti e :: 21 $\frac{1}{2}$: 10 per le sperienze precedenti (*artic. XXXV.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 52 $\frac{1}{2}$ a 24 per lo rapporto più preciso del loro primo raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo :: 81 : 39, e :: 65 : 26 per le sperienze precedenti (*articolo XXXV.*); si avrà, unendo questi tempi, 146 a 65 pel rapporto ancor più preciso del raffreddamento intero dell' oro, e della creta.

7. Che il tempo del raffreddamento dell' oro è a quello del raffreddamento del gesso, al segno di poterli soffrire : 31 : 9 per le sperienze presenti, e :: 56 : 17 per le sperienze precedenti (*articolo XXXVIII.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 87 a 26 per lo rapporto più preciso del loro primo raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo :: 81 : 28,

e ::

e :: 165 : 53 per le sperienze precedenti (*articolo XXXVIII.*) ; si avrà , unendo questi tempi , 246 a 81 pel rapporto ancora più preciso dell' intero raffeddamento dell' oro, e del gesso.

8. Che il tempo del raffreddamento dello stagno è a quello del raffreddamento della creta, al segno di soffrirli :: 22 : 14, e :: 57 : 39 per lo raffreddamento intero.

9. Che il tempo del raffreddamento dello stagno è a quello del raffreddamento del gesso, al segno di soffrirli :: 22 : 9, e :: 57 : 28 per lo raffreddamento intero.

10. Che il tempo del raffreddamento della creta è a quello del raffreddamento del gesso, al segno di poterli soffrire :: 14 : 9 per le sperienze presenti , e :: 11 : 7 per le sperienze precedenti (*articolo XLVI.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 25 a 16 pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento ; e pel secondo , il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo :: 39 : 28, e :: 32 : 29 per le sperienze precedenti (*articolo XLVI.*); si avrà, unendo questi tempi, 71 a 57 per lo rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento della creta , e del gesso.

LVII.

Avendo fatto riscaldar insieme le palle di marmo bianco, di marmo comune , d' argilla, d' ocra , e di legno , elleno si raffreddaron nell' ordine seguente.

Raf-

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo.	*Raffreddate alla temperie attuale.*
minuti	minuti
Legno, in —— 3.	In ——— 9.
Ocra, in —— 6.	In ——— 19.
Argilla, in —— 7 $\frac{1}{2}$	In ——— 21.
Marmo comu. in- 10 $\frac{1}{2}$	In ——— 29.
Marmo bianc. in- 12.	In ——— 34.

LVIII.

Ripetutasi la stessa sperienza, le palle si sono raffreddate nell'ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo.	*Raffreddate alla temperie attuale.*
minuti	minuti
Legno, in —— 3.	In ——— 11.
Ocra, in ——— 7.	In ——— 20.
Argilla, in —— 8 $\frac{1}{2}$	In ——— 23.
Marmo comu. in-12 $\frac{1}{2}$	In ——— 32.
Marmo bianc. in -13.	In ——— 36.

Da queste due sperienze si può conchiudere:

1. Che il tempo del raffreddamento del marmo bianco è a quello del raffreddamento del marmo comune, al segno di poterli soffrire : : 25 : 22 per le sperienze presenti, e :: 39 $\frac{1}{2}$: 36 per le sperienze precedenti (*articolo XXVII.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 64 $\frac{1}{2}$ a 58 per lo rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel se-

secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo :: 70 : 61, e : : 115 : 113 per le sperienze precedenti (*articolo XXVII.*); si avrà, unendo questi tempi, 185 a 174 per lo rapporto ancor più preciso del raffreddamento intero del marmo bianco, e del marmo comune.

2. Che il tempo del raffreddamento del marmo bianco è a quello del raffreddamento dell' argilla, al segno di poterli soffrire : : 25 : 16, e : : 70 : 44 per lo raffreddamento intero.

3. Che il tempo del raffreddamento del marmo bianco è a quello del raffreddamento dell' ocra, al segno di soffrirli :: 25 : 13 $\frac{1}{2}$, e : : 79 : 39 per lo raffreddamento intero.

4. Che il tempo del raffreddamento del marmo è a quello del raffreddamento del legno, al segno di soffrirli : : 25 : 5 $\frac{1}{2}$, e : : 70 : 20 per lo raffreddamento intero.

5. Che il tempo del raffreddamento del marmo comune è a quello del raffreddamento dell'argilla, al segno di soffrirli : : 22 : 16, e : : 61 : 44 per lo raffreddamento intero.

6. Che il tempo del raffreddamento del marmo comune è a quello del raffreddamento dell' ocra, al segno di soffrirli : : 22 : 13 $\frac{1}{2}$, e : : 61 : 39 per lo raffreddamento intero.

7. Che il tempo del raffreddamento del marmo comune è a quello del raffreddamento del legno, al segno di soffrirli :: 22 : 5 $\frac{1}{2}$, e :: 61 : 20 per lo raffreddamento intero.

8. Che

8. Che il tempo del raffreddamento dell' argilla è a quello del raffreddamento dell' ocra, al ſegno di ſoffrirle : : 16 : 13 $\frac{1}{2}$ per le ſperienze preſenti, e : : 12 $\frac{1}{2}$: 11 $\frac{1}{2}$ per le ſperienze precedenti (*artic. XXXV.*); onde ſi avrà, unendo queſti tempi, 28 $\frac{1}{2}$: 20 per lo rapporto più preciſo del primo loro raffreddamento; e pel ſecondo, il rapporto trovato per le ſperienze preſenti, eſſendo : : 44 : 39, e : : 33 : 29 per le ſperienze precedenti (*articolo XXXV.*); ſi avrà, unendo queſti tempi, 77 a 68 pel rapporto ancor più preciſo del raffreddamento intero dell' argilla, e dell' ocra.

9. Che il tempo del raffreddamento dell' argilla è a quello del raffreddamento del legno, al ſegno di ſoffrirli : : 16 : 5 $\frac{1}{2}$, e : : 44 : 20 per lo raffreddamento intero.

10. Che il tempo del raffreddamento dell' ocra è a quello del raffreddamento del legno al ſegno di ſoffrirli : : 13 $\frac{1}{2}$: 5 $\frac{1}{2}$, e : : 39 : 20 per lo intero raffreddamento.

LIX.

Avendo meſſo a riſcaldare inſieme le palle d' argento, di vetro, d' argilla, d'ocra, e di creta, elleno ſi ſono raffreddate nell' ordine ſeguente.

Raſ-

Raffreddate al segno di poterle tener in mano per un mezzo secondo.		*Raffreddate alla temperie attuale.*	
	minuti		minuti
Creta, in ———	5 ½	In ———	16.
Ocra, in ———	6.	In ———	18.
Argilla, in ———	8. ½	In ———	22.
Vetro, in ———	9 ½	In ———	29.
Argento, in ———	12 ½	In ———	35.

L X.

Ripetutasi l'esperienza medesima, le palle riscaldate più a lungo, sonosi raffreddate nell' ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo.		*Raffreddate alla temperie attuale.*	
	minuti		minuti
Creta, in ———	7. ½	In ———	22.
Ocra, in ———	8 ½	In ———	25.
Argilla, in ———	9 ½	In ———	29.
Vetro, in ———	12 ½	In ———	38.
Argento, in ———	16 ½	In ———	41.

Da queste due sperienze si può conchiudere:

1. Che il tempo del raffreddamento dell' argento è a quello del raffreddamento del vetro, al segno di soffrirli : : 29 : 22 per le esperienze presenti, e : : 36 : 25 per le sperienze precedenti (*articolo* XXXIII.) ; onde si avrà, unendo questi tempi, 65 a 47 per lo rapporto più preciso del primo loro raffreddamento ; e pel secondo, il rapporto trovato

vato per le ſperienze preſenti, eſſendo : : 76 : 67, e : : 103 : 62 per le ſperienze precedenti (*articolo XXXIII.*) ; ſi avrà, unendo queſti tempi, 179 a 129 pel rapporto ancor più preciſo del raffreddamento intero dell' argento, e del vetro.

2. Che il tempo del raffreddamento dell' argento è a quello del raffreddamento dell'argilla, al ſegno di poterli ſoffrire : : 26 : $17\frac{1}{2}$, e : : 76 : 51 per lo raffreddamento intero.

3. Che il tempo del raffreddamento dell' argento è a quello del raffreddamento dell' ocra, al ſegno di ſoffrirli : : 29 : $14\frac{1}{2}$, e : : 76 : 43 per lo raffreddamento intero.

4. Che il tempo del raffreddamento dell' argento è a quello del raffreddamento della creta, al ſegno di poterli ſoffrire : : 29 : $12\frac{1}{2}$, e : : 76 : 38 per lo raffreddamento intero.

5. Che il tempo del raffreddamento del vetro è a quello del raffreddamento dell' argilla, al ſegno di poterli ſoffrire : : 22 : $17\frac{1}{2}$ per le ſperienze preſenti, e : : $16\frac{1}{2}$: $13\frac{1}{2}$ per le ſperienze precedenti (*articolo XLVI.*); onde ſi avrà, unendo queſti tempi, $38\frac{1}{2}$ a 31 per lo rapporto più preciſo del loro primo raffreddamento; e per lo ſecondo, il rapporto trovato per le ſperienze preſenti, eſſendo : : 67 : 51, e : : 46 : 36 per le ſperienze precedenti (*articolo XLVI.*) ſi avrà, unendo queſti tempi, 113 a 87 pel rapporto an-

ancora più preciſo del raffreddamento intero del vetro, e dell' argilla.

6. Che il tempo del raffreddamento del vetro è a quello del raffreddamento dell' ocra, al ſegno di poterli ſoffrire : : 22 : $14\frac{1}{2}$; per le ſperienze preſenti, e : : $16\frac{1}{2}$: 11 per le ſperienze precedenti (*articolo XLVI.*); onde s' avrà, unendo queſti tempi, $38\frac{1}{2}$ a $25\frac{1}{2}$ per lo rapporto più preciſo del primo loro raffreddamento; e pel ſecondo, il rapporto trovato per le ſperienze preſenti, eſſendo : : *67* : 43, e : : 46 : 32 per le ſperienze precedenti (*articolo XLVI.*) ; s' avrà, unendo queſti tempi, 113 a 75 pel rapporto ancora più preciſo del raffreddamento intero del vetro, e dell' ocra.

7. Che il tempo del raffreddamento del vetro è a quello del raffreddamento della creta, al ſegno di poterli ſoffrire :: 22 : $12\frac{1}{2}$ per le ſperienze preſenti, e : : $16\frac{1}{2}$: 11 per le ſperienze precedenti (*articolo XLVI.*); onde ſi avrà, unendo queſti tempi, $38\frac{1}{2}$ a $23\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciſo del primo loro raffreddamento; e pel ſecondo, il rapporto trovato per le ſperienze preſenti, eſſendo : : *67* : 38, e : : 46 : 32 per le ſperienze precedenti (*articolo XLVI.*) ; s' avrà, unendo queſti tempi, 113 a 70 per lo rapporto ancor più preciſo dell'intero raffreddamento del vetro, e della creta.

8. Che

8. Che il tempo del raffreddamento dell' argilla è a quello del raffreddamento dell' ocra, al segno di soffrirle :: 17 $\frac{1}{2}$: 14 $\frac{1}{2}$ per le sperienze presenti, e : : 26 : 22 $\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*articolo XLVI.*); onde si avrà unendo questi tempi, 43 $\frac{1}{2}$ a 37 per lo rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per l'esperienze presenti, essendo : : 51 : 43, e : : 69 : 63 per le sperienze precedenti (*articolo XLVI.*); si avrà, unendo questi tempi, 120 a 104 per lo rapporto ancor più preciso del raffreddamento intero dell' argilla, e dell' ocra.

9. Che il tempo del raffreddamento dell' argilla è a quello del raffreddamento della creta, al segno di poterle soffrire :: 17 $\frac{1}{2}$: 12$\frac{1}{2}$ per le sperienze presenti, e : : 26 : 21 per le sperienze precedenti (*articolo XLVI.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 43$\frac{1}{2}$ a 33$\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 51 : 38, e : : 69 : 58 per le sperienze precedenti (*articolo XLVI.*); si avrà, unendo questi tempi, 120 a 96 pel rapporto ancor più preciso del intero raffreddamento dell' argilla, e della creta.

10. Che il tempo del raffreddamento dell' ocra è a quello del raffreddamento della creta,

ta, al segno di poterle soffrire : : 14 $\frac{1}{2}$: 12$\frac{1}{2}$ per le sperienze presenti, e : : 11 $\frac{1}{2}$: 10 per le sperienze precedenti (*articolo XXXV.*) ; onde si avrà, unendo questi tempi, 26 a 22$\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento ; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo: : 43 : 38, e : : 29 : 26 per le sperienze precedenti (*art. XXXV.*) ; si avrà, unendo questi tempi, 72 a 64 per lo rapporto ancor più preciso del raffreddamento intero dell' ocra, e della creta.

LXI.

Avendo messo a riscaldar insieme ad un grado di calor grande le palle di zinco, di bismuto, di marmo bianco, di pietra arenosa, e di gesso : il bismuto si fuse tutto ad un tratto, e non rimasero che le altre quattro palle, le quali si raffreddaron nell' ordine seguente.

Raffreddate al segno di poterle tener in mano per un mezzo secondo.	*Raffreddate alla temperie attuale.*
minuti	minuti
Gesso, in ——11.	In ———— 28.
Pietra arenosa in-16.	In ———— 42.
Marmo bianc.in-19.	In ———— 50.
Zinco, in ——23.	In ———— 57.

LXII.

Ripetutasi la stessa sperienza, colle sovraccen-

cennate quattro palle, ed una palla di piombo, ad un fuoco men ardente, si sono raffreddate nell' ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo. minuti	*Raffreddate alla temperie attuale.* minuti
Gesso, in —— 4 ½	In ——— 16.
Piombo, in —— 9 ½	In ——— 28.
Pietra arenos. in 10.	In ——— 23.
Marmo bianc. in 12 ½	In ——— 36.
Zinco, in —— 15.	In ——— 43.

Da queste due sperienze si può conchiudere:

1. Che il tempo del raffreddamento del zinco è a quello del raffreddamento del marmo bianco, al segno di poterli soffrire : : 38 : 31 ½ per le sperienze presenti, e : : 21 : 17 ½ per le sperienze precedenti (*articolo XLVIII.*); onde, unendo questi tempi, si avrà 59 a 49 per lo rapporto ancor più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per l' esperienza presente, essendo :: 100 : 86, e : : 65 : 53 per le sperienze precedenti (*artic. XLVIII.*); si avrà, unendo questi tempi, 165 a 139 per lo rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento del zinco, e del marmo bianco.

2. Che il tempo del raffreddamento del zinco è a quello del raffreddamento della pietra arenosa, al segno di soffrirli :: 38 : 26 per le sperienze presenti, e: : 21 : 115 per le sperienze precedenti (*articolo XLVIII.*);

onde si avrà, unendo questi tempi, 59 a 41 per lo rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 100 : 74, e : : 65 : 47 per le sperienze precedenti (*artic. XLVIII.*); si avrà, unendo questi tempi, 165 a 121 per lo rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento del zinco, e della pietra arenosa.

3. Che il tempo del raffreddamento del zinco è a quello del raffreddamento del piombo, al segno di poterli soffrire : : 15 : 9 $\frac{1}{2}$ per la sperienza presente, e : : 73 : 43 $\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*articolo XVII.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 89 a 53 $\frac{1}{2}$ per lo rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per l' esperienza presente, essendo : : 43 : 20, e : : 220 : 189 per le sperienze precedenti (*art. XVII.*); si avrà, unendo questi tempi, 263 a 209 per lo rapporto ancor più preciso del raffreddamento intero del zinco, e del piombo.

4. Che il tempo del raffreddamento del zinco è a quello del raffreddamento del gesso, al segno di soffrirli : : 38 : 15 $\frac{1}{2}$, e : : 100 : 44 per lo raffreddamento intero.

5. Che il tempo del raffreddamento del marmo bianco è a quello del raffreddamento della pietra arenosa, al segno di soffrirli.

: : 31

: : 31 $\frac{1}{2}$: 26 per le sperienze presenti, e : : 38 $\frac{1}{2}$: 32 per le sperienze precedenti (*articolo XLVIII.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 70 a 58 per lo rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 86 : 74, e : : 112 : 104 per le sperienze precedenti (*articolo XLVIII.*); si avrà, unendo questi tempi, 198 a 178 per lo rapporto ancor più preciso del raffreddamento intero del marmo bianco, e della pietra arenosa.

6. Che il tempo del raffreddamento del marmo bianco è a quello del raffreddamento del piombo, al segno di soffrirli : : 12 $\frac{1}{2}$: 9 $\frac{1}{2}$, e : : 36 : 20 per lo raffreddamento intero.

7. Che il tempo del raffreddamento del marmo bianco è a quello del raffreddamento del gesso, al segno di poterli soffrire : : 31 : 15 $\frac{1}{2}$, e : : 86 : 44 per lo raffreddamento intero.

8. Che il tempo del raffreddamento della pietra arenosa è a quello del raffreddamento del piombo, al segno di poterli soffrire : : 10 : 9 $\frac{1}{2}$ per l'esperienza presente, e : : 59 : 51 $\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*articolo XLIV.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 69 $\frac{1}{2}$ a 61 per lo rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 32

 : 20,

: 20, e : : 187 : 178 per le ſperienze precedenti (*artic.XLIV.*); ſi avrà, unendo queſti tempi, 211 a 96 per lo rapporto ancor più preciſo del raffreddamento intero della pietra arenoſa, e del piombo.

9. Che il tempo del raffreddamento della pietra arenoſa è a quello del raffreddamento del geſſo, al ſegno di poterli ſoffrire : : 26 : 15 $\frac{1}{2}$ per le ſperienze preſenti, e : : 55 : 21 $\frac{1}{2}$ per le ſperienze precedenti (*articolo XXXIII.*); onde ſi avrà, unendo queſti tempi, 81 a 37 pel rapporto più preciſo del primo loro raffreddamento; e pel ſecondo, il rapporto trovato per le ſperienze preſenti, eſſendo : : 74 : 44, e : : 170 : 78 per le ſperienze precedenti (*artic. XXXIII.*); ſi avrà, unendo queſti tempi, 244 a 122 per lo rapporto ancor più preciſo del raffreddamento intero della pietra arenoſa e del geſſo.

10. Che il tempo del raffreddamento del piombo è a quello del raffreddamento del geſſo, al ſegno di poterli ſoffrire : : 9 $\frac{1}{2}$: 4 $\frac{1}{2}$, e : : 28 : 16 per lo raffreddamento intero.

LXIII.

Avendo fatto riſcaldar inſieme le palle di rame, d' antimonio, di marmo comune, di pietra calcarea tenera, e di creta, elleno ſi ſono raffreddate nell' ordine ſeguente.

Raf-

Raffreddate al segno di poterle tener in mano per un mezzo secondo.	*Raffreddate alla temperie attuale.*
minuti	minuti
Gesso, in —— 6 $\frac{1}{2}$	In ———— 20.
Antimonio, in -- 7 $\frac{1}{2}$	In ———— 26.
Pietra tenera, in -- 7 $\frac{1}{2}$	In ———— 26.
Marmo comu. in - 11 $\frac{1}{2}$	In ———— 31.
Rame, in —— 16.	In ———— 49.

LXIV.

Ripetutasi l'esperienza medesima, le palle si sono raffreddate nell'ordine seguente.

Raffreddate al segno di poterle soffrire in mano per un mezzo secondo.	*Raffreddate alla temperie attuale.*
minuti	minuti
Creta, in —— — 5 $\frac{1}{2}$	In ———— 18.
Antimonio, in — 6.	In ———— 24.
Pietra tenera, in — 8.	In ———— 23.
Marmo comu. in - 10	In ———— 29.
Rame, in —— 13 $\frac{1}{2}$	In ———— 38.

Da queste due sperienze si può conchiudere:

1. Che il tempo del raffreddamento del rame è a quello del raffreddamento del marmo comune, al segno di poterli soffrire : : 29 $\frac{1}{2}$: 21 $\frac{1}{2}$ per le sperienze presenti, e : : 45 : 35 $\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*articolo V.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 74 $\frac{1}{2}$ a 57 per lo rapporto più preciso del lo-

ro primo raffreddamento ; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 87 : 60, e : : 125 : 111 per le sperienze precedenti (*articolo V.*) ; si avrà, unendo questi tempi, 212 a 170 pel rapporto ancor più preciso del raffreddamento intero del rame, e del marmo comune.

2. Che il tempo del raffreddamento del rame è a quello del raffreddamento della pietra tenera, al segno di poterli soffrire : : $29\frac{1}{2}$: $15\frac{1}{2}$ e : : 87 : 49 per lo raffreddamento intero.

3. Che il tempo del raffreddamento del rame è a quello del raffreddamento dell' antimonio, al segno di soffrirli : : $29\frac{1}{2}$: $13\frac{1}{2}$ per le sperienze presenti, e : : 28 : 16 per le sperienze precedenti (*articolo XLI.*); onde si avrà, unendo questi tempi, $57\frac{1}{2}$ a $29\frac{1}{2}$ per lo rapporto più preciso del loro primo raffreddamento ; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 87 : 50, e : : 80 : 47 per le sperienze precedenti (*articolo XLI.*); si avrà, unendo questi tempi, 167 a 97 pel rapporto ancor più preciso del raffreddamento intero del rame, e dell' antimonio.

4. Che il tempo del raffreddamento del rame è a quello del raffreddamento della creta al segno di poterli soffrire : : $29\frac{1}{2}$: : 12 e : : 87 : 38 per lo raffreddamento intero.

5. Che

5. Che il tempo del raffreddamento del marmo comune è a quello del raffreddamento della pietra tenera, al segno di poterli soffrire : : 21 $\frac{1}{2}$: 14 per le sperienze presenti, e : : 29 $\frac{1}{2}$: 23 per le sperienze precedenti (*articolo XXX.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 50 $\frac{1}{2}$ a 37 per lo rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 60 : 49, e : : 87 : 68 per le sperienze precedenti (*artic. XX.*); si avrà unendo questi tempi, 147 a 117 per lo rapporto ancor più preciso del intero raffreddamento del marmo comune, e della pietra tenera.

6. Che il tempo del raffreddamento del marmo comune è a quello del raffreddamento dell' antimonio, al segno di soffrirli : : 21 $\frac{1}{2}$: 13 $\frac{1}{2}$, e : : 60 : 50 per lo raffreddamento intero.

7. Che il tempo del raffreddamento del marmo comune è a quello del raffreddamento della creta, al segno di poterli soffrire : : 21 $\frac{1}{2}$: 12, e : : 60 : 38 per lo raffreddamento intero.

8. Che il tempo del raffreddamento della pietra tenera è a quello del raffreddamento dell' antimonio, al segno di poterli soffrire : : 14 : 13 $\frac{1}{2}$, e : : 49 : 50 per lo raffreddamento intero.

9. Che il tempo del raffreddamento della pietra tenera è a quello del raffreddamento della creta, al segno di poterle soffrire : : 14 : 12, e : : 49 : 38 per lo raffreddamento intero.

10. Che il tempo del raffreddamento dell' antimonio è a quello del raffreddamento della creta, al segno di poterli soffrire : : $13\frac{1}{2}$: 12, e : : 50 : 38 per lo raffreddamento intero.

LXV.

Avendo fatto riscaldare insieme le palle di piombo, di stagno, di vetro, di pietra calcarea dura, d'ocra, d'argilla, elleno si sono raffreddate nell'ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo.		*Raffreddate alla temperie attuale.*
	minuti	minuti
Ocra, in ——	5.	In —— 16.
Argilla, in ——	$7\frac{1}{2}$	In —— 20.
Stagno, in ——	$8\frac{1}{2}$	In —— 21.
Piombo, in ——	$9\frac{1}{2}$	In —— 23.
Vetro, in ——	10.	In —— 27.
Pietra dura, in ——	$10\frac{1}{2}$	In —— 29.

Da questa sperienza, risulta:

1. Che il tempo del raffreddamento della pietra dura è a quello del raffreddamento del vetro, al segno di soffrirli : : $10\frac{1}{2}$: 10 per la sperienza presente, e : : $20\frac{1}{2}$: 17

per

per le ſperienze precedenti (*articolo LIV.*); onde ſi avrà, unendo queſti tempi, 31 a 27 pel rapporto più preciſo del primo loro raffreddamento; e pel ſecondo, il rapporto trovato per l' eſperienza preſente, eſſendo : : 29 : 27, e : : 62 : 49 per le ſperienze precedenti (*artic. LIV.*); ſi avrà unendo queſti tempi, 91 a 76 per lo rapporto ancor più preciſo del raffreddamento intero della pietra dura, e del vetro.

2. Che il tempo del raffreddamento del vetro è a quello del raffreddamento del piombo, al ſegno di poterli ſoffrire : : 10 : 9 $\frac{1}{2}$ per l' eſperienza preſente, e : : 12 : 11 per le ſperienze precedenti (*artic. XXXIX.*); onde ſi avrà unendo queſti tempi, 22 a 20 $\frac{1}{2}$ per lo rapporto più preciſo del primo loro raffreddamento; e pel ſecondo, il rapporto trovato dall' eſperienza preſente, eſſendo : : 27 : 23, e : : 35 : 30 per le ſperienze precedenti (*articolo XXXIX.*); ſi avrà, unendo queſti tempi, 62 a 53 per lo rapporto ancor più preciſo del raffreddamento intero del vetro, e del piombo.

3. Che il tempo del raffreddamento del vetro è a quello del raffreddamento dello ſtagno, al ſegno di poterli ſoffrire : : 10 : 8 $\frac{1}{2}$ per l' eſperienza preſente, e : : 46 : 42 $\frac{1}{2}$ per le ſperienze precedenti (*articolo XXXIX.*); onde ſi avrà, unendo queſti tempi, 56 a 51 per lo rapporto più preciſo del primo loro raffred-

O 5 da-

damento ; e pel secondo, il rapporto trovato per l' esperienze presenti, essendo : : 27 : 21, e : : 132 : 117 per le sperienze precedenti (*articolo XXXIX.*); si avrà unendo questi tempi, 159 a 138 pel rapporto ancor più preciso del raffreddamento intero del vetro, e dello stagno.

4. Che il tempo del raffreddamento del vetro è a quello del raffreddamento dell'argilla, al segno di poterli soffrire : : 10 : $7\frac{1}{2}$, e e : : $38\frac{1}{2}$: 31 per le sperienze precedenti (*articolo LX.*); onde si avrà unendo questi tempi, $48\frac{1}{2}$ a $38\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento ; e pel secondo, il rapporto trovato per la sperienza presente, essendo : : 27 : 20, e : : 113 : 87 per le sperienze precedenti (*artic. LX.*); si avrà, unendo questi tempi, 140 a 107 per lo rapporto ancora più preciso del raffreddamento intero del vetro, e dell' argilla.

5. Che il tempo del raffreddamento del vetro è a quello del raffreddamento dell' ocra, al segno di poterli soffrire : : 10 : 5 per le sperienze presenti, e : : $38\frac{1}{2}$ $25\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*articolo LX.*); onde si avrà, unendo questi tempi, $48\frac{1}{2}$ a 30 per lo rapporto più preciso del loro primo raffreddamento ; e pel secondo, il rapporto trovato per l' esperienza presente, essendo : : 27 : 16, e : : 113 : 75 per le sperienze precedenti

denti (*articolo LX.*); si avrà, unendo questi tempi, 140 a 91 per lo rapporto più preciso del raffreddamento intero del vetro, e dell' ocra.

6. Che il tempo del raffreddamento della pietra dura è a quello del raffreddamento del piombo, al segno di poterli soffrire : : 10 $\frac{1}{2}$: 9 $\frac{1}{2}$, e : : 29 : 23 per lo raffreddamento intero.

7. Che il tempo del raffreddamento della pietra dura è a quello del raffreddamento dello stagno, al segno di sostenerli : : 10 $\frac{1}{2}$: 8 $\frac{1}{2}$, e : : 29 : 21 per lo raffreddamento intero.

8. Che il tempo del raffreddamento della pietra dura è a quello del raffreddamento dell' argilla, al segno di soffrirli : : 10 $\frac{1}{2}$: 7 $\frac{1}{2}$, e : : 29 : 20 per lo raffreddamento intero.

9. Che il tempo del raffreddamento della pietra dura è a quello del raffreddamento dell' ocra, al segno di soffrirle : : 10 $\frac{1}{2}$: 5, e : : 29 : 16 per lo raffreddamento intero.

10. Che il tempo del raffreddamento del piombo è a quello del raffreddamento dello stagno, al segno di soffrirli : : 9 $\frac{1}{2}$: 8 $\frac{1}{2}$, per l' esperienza presente, e : : 36 $\frac{1}{2}$: 31 $\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*art. XXXIX.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 46 a 40 per lo rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto tro-

vato per l'esperienza presente, essendo : : 23 : 21, e : : 109 : 89 per le sperienze precedenti (*articolo* XXXIX.); si avrà, unendo questi tempi, 132 a 110 per lo rapporto ancor più preciso del raffreddamento intero del piombo, e dello stagno.

11. Che il tempo del raffreddamento del piombo è a quello del raffreddamento dell'argilla, al segno di poterli soffrire : : $9\frac{1}{2}$: $7\frac{1}{2}$ per le sperienze presenti, e : : 7 : $5\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*articolo* XXXV.); onde si avrà, unendo questi tempi, $16\frac{1}{2}$ a 13 pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per l' esperienza presente, essendo : : 23 : 20, e : : 18 : 15 per le sperienze precedenti (*articolo* XXXV.); si avrà, unendo questi tempi, 41 a 35 pel rapporto ancor più preciso del raffreddamento intero del piombo, e dell' argilla.

12. Che il tempo del raffreddamento del piombo è a quello del raffreddamento dell' ocra, al segno di poterli soffrire : : $9\frac{1}{2}$: 5 per l'esperienza presente, e : : 7 : 5 per le sperienze precedenti (*artic.* XXXV.); onde si avrà, unendo questi tempi, $16\frac{1}{2}$ a 10 per lo rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per l' esperienza presente, essendo : : 23 : 16, e : : 18 : 13 per le sperienze preceden-

ti

ti (*articolo XXXV.*); si avrà, unendo questi tempi, 41 a 29 per lo rapporto ancor più preciso del raffreddamento intero del piombo e dell' ocra.

13. Che il tempo del raffreddamento dello stagno è a quello del raffreddamento dell' argilla, al segno di soffrirli : : 8 $\frac{1}{2}$: 7 $\frac{1}{2}$; e : : 21 : 20 per lo raffreddamento intero.

14. Che il tempo del raffreddamento dello stagno è a quello del raffreddamento dell' ocra, al segno di soffrirli : : 8 $\frac{1}{2}$: 5, e : : 21 : 16 per lo raffreddamento intero.

15. Che il tempo del raffreddamento dell' argilla è a quello del raffreddamento dell' ocra, al segno di poterle soffrirle : : 7 $\frac{1}{2}$: 5 per l' esperienza presente, e : : 43 : $\frac{1}{2}$: 37 per le sperienze precedenti (*articolo LX.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 50 a 42 pel rapporto più preciso del loro primo raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per l' esperienza presente, essendo : : 20 : 16, e : : 120 : 104 per le sperienze precedenti (*articolo LX.*); si avrà, unendo questi tempi, 140 a 120 per lo rapporto ancor più preciso del raffreddamento intero dell' argilla, e dell' ocra.

LXVI.

Avendo fatto riscaldar insieme le palle di zinco, d' antimonio, di pietra calcarea tenera, di creta, e di gesso, elleno si sono raffreddate nell' ordine seguente.

Raf-

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo. minuti	*Raffreddate alla temperie attuale.* minuti
Gesso, in —— 3 $\frac{1}{2}$	In ———— 11.
Creta, in —— 5.	In ———— 16.
Antimonio, in — 6.	In ———— 22.
Pietra tenera, in- 7. $\frac{1}{2}$	In ———— 23.
Zinco, in —— 14. $\frac{1}{2}$	In ———— 29.

LXVII.

Ripetutasi l'esperienza medesima, le palle si sono raffreddate nell'ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo. minuti	*Raffreddate alla temperie attuale.* minuti
Gesso, in —— 3 $\frac{1}{2}$	In ———— 12.
Creta, in —— 4 $\frac{1}{4}$	In ———— 14.
Antimonio, in — 6.	In ———— 20.
Pietra tenera, in-- 8.	In ———— 21.
Zinco, in —— 13 $\frac{1}{2}$	In ———— 28.

Da queste due sperienze si può conchiudere.

1. Che il tempo del raffreddamento del zinco è a quello del raffreddamento della pietra tenera, al segno di poterli soffrire : : 28 : 15 $\frac{1}{2}$, e : : 57 : 44 per l' intero loro raffreddamento.

2. Che il tempo del raffreddamento del zinco è a quello del raffreddamento dell' antimonio, al segno di poterli soffrire :: 28 : 12 per le sperienze presenti, e : : 94 : 52 per

per le ſperienze precedenti (*articolo XLVIII.*); onde, unendo queſti tempi, ſi avrà 122 a 64 per lo rapporto più preciſo del primo loro raffreddamento; e pel ſecondo, il rapporto trovato per le ſperienze preſenti, eſſendo : : 57 : 42, e : : 285 : 184 per l' eſperienze precedenti (*articolo XLVIII.*); ſi avrà, unendo queſti tempi, 342 a 226 per lo rapporto ancor più preciſo dell' intero raffreddamento del zinco, e dell' antimonio.

3. Che il tempo del raffreddamento del zinco è a quello del raffreddamento della creta, al ſegno di poterli ſoffrire : : 28 : 9 $\frac{1}{2}$ per le ſperienze preſenti e : : 31 : 12 $\frac{1}{2}$ per le ſperienze precedenti (*artic. LII.*); onde ſi avrà, unendo queſti tempi, 59 a 22 per lo rapporto più preciſo del loro primo raffreddamento; e pel ſecondo, il rapporto trovato per le ſperienze preſenti, eſſendo : : 57 : 30, e : : 59 : 38 per le ſperienze precedenti (*articolo LII.*); ſi avrà, unendo queſti tempi, 116 a 68 pel rapporto ancor più preciſo dell' intero raffreddamento del zinco, e della creta.

4. Che il tempo del raffreddamento del zinco è a quello del raffreddameno del geſſo, al ſegno di poterli ſoffrire : : 28 : 7 per le ſperienze preſenti, e : : 38 : 15 $\frac{1}{2}$ per le ſperienze precedenti (*articolo LXII.*); onde ſi avrà, unendo queſti tempi, 66 a 22 $\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciſo del primo loro raffredda-

damento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 57 : 23, e :: 100 : 44 per le sperienze precedenti (*articolo LXII.*); si avrà, unendo questi tempi, 157 a 67 per lo rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento del zinco, e del gesso.

5. Che il tempo del raffreddamento dell' antimonio è a quello del raffreddamento della pietra calcarea tenera, al segno di soffrirli : : 12 : $15\frac{1}{2}$, e : : 42 : 44 per lo raffreddamento intero.

6. Che il tempo del raffreddamento dell' antimonio è a quello del raffreddamento della creta al segno di poterli soffrire :: 12 : $9\frac{1}{2}$ per le sperienze presenti, e : : $13\frac{1}{2}$: 12 per le sperienze precedenti (*articolo LXIV.*); onde si avrà, unendo questi tempi, $25\frac{1}{2}$ a $21\frac{1}{2}$ per lo rapporto più preciso del loro primo raffreddamento; e pel secondo il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 42 : 30, e : : 50 : 38 per le sperienze precedenti (*articolo LXIV.*); si avrà, unendo questi tempi, 92 a 68 per lo rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento dell' antimonio, e della creta.

7. Che il tempo del raffreddamento dell' antimonio è a quello del raffreddamento del gesso, al segno di poterli soffrire : : 12 : 7, e : : 42 : 23 per l' intero loro raffreddamento.

8. Che

8. Che il tempo del raffreddamento della pietra tenera è a quello del raffreddamento della creta, al ſegno di poterle ſoffrire :: 15 $\frac{1}{2}$: 9 $\frac{1}{2}$ per le ſperienze preſenti, e :: 14 : 12 per le ſperienze precedenti (*articolo LXIV.*); onde ſi avrà, unendo queſti tempi, 29$\frac{1}{2}$ a 21$\frac{1}{2}$ per lo rapporto più preciſo del primo loro raffreddamento; e pel ſecondo il rapporto trovato per le ſperienze preſenti, eſſendo :: 44 : 30, e :: 49 : 38 per le ſperienze precedenti (*articolo* LXIV.); ſi avrà, unendo queſti tempi, 93 a 68 pel rapporto ancor più preciſo del intero raffreddamento della pietra tenera, e della creta.

9. Che il tempo del raffreddamento della pietra calcarea tenera è a quello del raffreddamento del geſſo, al ſegno di ſoffrirli :: 15$\frac{1}{2}$: 7 per le ſperienze preſenti, e :: 12 : 4$\frac{1}{2}$ per le ſperienze precedenti (*art.XXXVIII.*); onde ſi avrà, unendo queſti tempi, 27$\frac{1}{2}$ a 11$\frac{1}{2}$ per lo rapporto più preciſo del primo loro raffreddamento; e pel ſecondo, il rapporto trovato per le ſperienze preſenti, eſſendo :: 44 : 23, e :: 27 : 14 per le ſperienze precedenti (*articolo XXXVIII.*); ſi avrà, unendo queſti tempi, 71 a 37 per lo rapporto ancor più preciſo dell' intero raffreddamento della pietra calcarea tenera, e del geſſo.

10. Che il tempo del raffreddamento della creta è a quello del raffreddamento del geſſo,

so, al segno di soffrirli :: $9\frac{1}{2}$: 7 per le sperienze presenti, e : : 25 : 16 per le sperienze precedenti (*artic. LVI.*); onde si avrà, unendo questi tempi, $34\frac{1}{2}$ a 23 per lo rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 30 : 23, e : : 71 : 57 per le sperienze precedenti (*articolo LVI.*); si avrà, unendo questi tempi, 101 a 80 pel rapporto ancor più preciso dell'intero raffreddamento della creta, e del gesso.

Io termino quì questa serie di sperienze assai lunghe a farsi, e molto più stucchevoli a leggersi. Ma ho creduto di dover presentarle come le ho fatte in molte riprese, nello spazio di sei anni. Se mi fossi contentato di compilarne i risultati, avrei senza dubbio accorciata di molto questa memoria; ma il considerare che nessuno sarebbe stato in caso di ripetere le sperienze, ha fatto ch' io amassi meglio di publicare l' enumerazione, e 'l racconto delle sperienze medesime, anzichè una Tavola compendiata, che avrei potuto fare dei loro risultati uniti. Ciò non ostante non tralascio di dare, in forma di ricapitolazione, anche la Tavola generale di questi rapporti, tutti paragonati a 10000, affinchè in un batter d' occhio se ne possano distinguere le differenze.

TA-

T A V O L A

De' rapporti del raffreddamento delle differenti sostanze minerali.

F E R R O.

		Primo raffreddamento	Intero raffreddamento
Ferro, ec.	Smeriglio --	10000 a	9117--9020
	Rame ——	10000 a	8512--8702
	Oro --——	10000 a	8160--8148
	Zinco ——	10000 a	7654--6020 6804
	Argento —	10000 a	7619--7423
	Marmo bianco -—	10000 a	6774 -6704
	Marmo comune —	10000 a	6636--6746
	Pietra calcarea dura-	10000 a	6617--6274
	Pietra arenola --—	10000 a	5796--6926
	Vetro ——	10000 a	5576--5805
	Piombo —	10000 a	5143- 6482
	Stagno --—	10000 a	4898--4921
	Pietra calcarea tenera -—-	10000 a	4194--4659
	Argilla —	10000 a	4198 -4490
	Bismuto ---	10000 a	3580--4081
	Creta ——	10000 a	3086--3878
	Gesso ——	10000 a	2325--2817
	Legno ----	10000 a	1860--1549
	Pietra pomice -—	10000 a	1627--1268

SME-

SMERIGLIO.

		Primo raffreddamento		Intero raffreddamento
Smeriglio, ec.	Rame	10000	a	8519 - 8148
	Oro	10000	a	8513 -- 8560
	Zinco	10000	a	8390 -- 7692 7458
	Argento	10000	a	7778 -- 7895
	Pietra calcarea dura	10000	a	7304 -- 6963
	Pietra arenosa	10000	a	6552 -- 6517
	Vetro	10000	a	5862 -- 5506
	Piombo	10000	a	5718 -- 6143
	Stagno	10000	a	5658 -- 6000
	Argilla	10000	a	5185 -- 5185
	Bismuto	10000	a	4949 -- 6060
	Antimonio	10000	a	4540 -- 5827
	Ocra	10000	a	4259 -- 3827
	Creta	10000	a	3684 -- 4105
	Gesso	10000	a	2368 -- 2947
	Legno	10000	a	1552 -- 3146

RA-

R A M E.

Rame, ec.	Oro --——	10000 a	9136- 9194
	Zinco ——	10000 a	8571- 9450
			7610
	Argento —	10000 a	8395--7813
	Marmo comune —-	10000 a	7638 -8019
	Pietra arenosa ——	10000 a	7333--8160
	Vetro ——	10000 a	6667-.6367
	Piombo —	10000 a	6379 -7367
	Stagno --·-	10000 a	5746-.6916

			Primo raffreddamento	Intero raffreddamento
Rame, ec.	Pietra calcarea tenera -·--	10000 a	5168	5633
	Argilla ---	10000 a	5052	6363
	Bismuto ---	10000 a	5686	5959
	Antimonio-	10000 a	5130	5838
	Ocra ——	10000 a	5000	4697
	Creta ——	10000 a	4068	4398

ORO.

O R O.

Oro, ec.	Zinco ——	10000 a 9474--9304 8422
	Argento --	10000 a 8936--8686
	Marmo bianco ----	10000 a 8101--7863
	Marmo comune ---	10000 a 7342--7435
	Pietra calcarea dura ——	10000 a 7383--7516
	Pietra arenosa ----	10000 a 7368--7627
	Vetro ——	10000 a 7103--5932
	Piombo ---	10000 a 6526--7500
	Stagno ----	10000 a 6324--6051
	Pietra calcarea tenera ---	10000 a 6087--5811
	Argilla ---	10000 a 5814--5077
	Bismuto --	10000 a 5658--7043
	Porcellana-	10000 a 5526--5593
	Antimonio	10000 a 5395--6348
	Ocra ——	10000 a 5349--4462
	Creta ——	10000 a 4571--4452
	Gesso ——	10000 a 2989--3293

ZIN-

Z I N C O.

		Primo raffreddamento		Intero raffreddamento
Zinco, ec.	Argento --	10000	a	8904-8990 10015
	Marmo bianco ---	10000	a	8305--8424 7194
	Pietra arenosa ----	10000	a	6949--7333 5838
	Piombo ---	10000	a	6051--7947 4940
	Stagno ----	10000	a	6777--6240 5666
	Pietra calcarea tenera ----	10000	a	5536-7719 4425
	Argilla ---	10000	a	5484 -7458 4373
	Bismuto --	10000	a	5343--7547 4232
	Antimonio	10000	a	5246--6603 4135
	Creta ---	10000	a	3729--5862 2618
	Gesso ---	10000	a	3409--4268 2298

AR-

ARGENTO.

		Primo raffreddamento	Intero raffreddamento
Argento, ec.	Marmo bianco --	10000 a	8681..9200
	Marmo comune ---	10000 a	7912--9040
	Pietra calcarea dura ——	10000 a	7436--8580
	Pietra arenosa ---	10000 a	7361--7767
	Vetro ——	10000 a	7230- 7212
	Piombo --	10000 a	7154--9184
	Stagno ---	10000 a	6176--6289
	Pietra calcarea tenera ——	10000 a	6178--6287
	Argilla ---	10000 a	6034--6710
	Bismuto --	10000 a	6308 -8877
	Porcellana-	10000 a	5556--5242
	Antimonio	10000 a	5692- 7643
	Ocra ——	10000 a	5000--5658
	Creta ——	10000 a	4310--5000
	Gesso ——	10000 a	2879--3366
	Legno ——	10000 a	2353--1864
	Pietra pomice ---	10000 a	2059--1525

MAR-

MARMO BIANCO.

Marmo bianco,ec.	Marmo comune --	10000 a	8992--9405
		10000 a	8594--9130
	Pietra dura		
	Pietra arenosa ——	10000 a	8285 -8990
	Piombo ---	10000 a	7604 5555
	Stagno ——	10000 a	7143--6792

		Primo raffreddamento	Intero raffreddamento
Marmo bianco,ec.	Pietra calcarea tenera ——	10000 a 6792-	7218
	Argilla ---	10000 a 6400-	62[illegible]6
	Antimonio	10000 a 6286--	6792
	Ocra ——	10000 a 5400--	5571
	Gesso ——	10000 a 4920	5116
	Legno ——	10000 a 2200 -	2857

MARMO COMUNE.

Marmo comun.ec.	Pietra dura	10000 a	9483—9655
	Pietra arenosa ——	10000 a	8767—9293
	Piombo —	10000 a	7771—8590
	Stagno —	10000 a	7424—6666
	Pietra tenera ——	10000 a	7327—7959
	Argilla —	10000 a	7272—7213
	Antimonio	10000 a	6279—8333
	Ocra ——	10000 a	6136—6393
	Creta ——	10000 a	5581—6333
	Legno ——	10000 a	2500—3279

PIETRA CALCAREA DURA.

Pietra dura, ec.	Pietra arenosa —	10000 a	9268—9355
	Vetro —	10000 a	8710—9352
	Piombo —	10000 a	8571--7931
	Stagno —	10000 a	8095--7931
	Pietra tenera —	10000 a	8000 - 8095
	Argilla —	10000 a	6190—6897
	Ocra —	10000 a	4762— 5517
	Legno —	10000 a	2195—4516

PIETRA ARENOSA.

			Primo raffreddamento	Intero raffreddamento
Pietra arenosa, ec.	Vetro —	10000 a	9324—	7939
	Piombo —	10000 a	8561—	8950
	Stagno —	10000 a	7667—	7633
	Pietra tenera —	10000 a	7647--	7193
	Porcellana —	10000 a	7364--	7059
	Antimonio	10000 a	7333-	6170
	Gesso —	10000 a	4568 --	5000
	Legno —	10000 a	2368--	4828

V E T R O.

Vetro, ec.	Piombo —	10000 a	9318—8548
	Stagno —	10000 a	9107--8979
	Argilla —	10000 a	7938 7643
	Porcellana —	10000 a	7692--8863
	Ocra —	10000 a	6289--6500
	Creta —	10000 a	6104--6195
	Gesso —	10000 a	4160--6011
	Legno —	10000 a	2647 -55'4

PIOM-

PIOMBO.

Piombo, ec.	Stagno ---	10000 a	8695--8333
	Pietra tenera ——	10000 a	8437--7192
	Argilla ---	10000 a	7878-8536
	Bismuto --	10000 a	8698 8700
	Antimonio-	10000 a	8241--8401
	Ocra ——	10000 a	6060-7073
	Creta ——	10000 a	5714-6111
	Gesso ——	10000 a	4730-5714

STAGNO.

		Primo raffreddamento	Intero raffreddamento
Stagno, ec.	Argilla ---	10000 a 8823	9524
	Bismuto --	10000 a 8888	9400
	Antimonio	10000 a 8710	9156
	Ocra ——	10000 a 5882	7619
	Creta ——	10000 a 6364	6842
	Gesso ——	10000 a 4090	4912

PIETRA CALCAREA TENERA.

Pietra tenera, ec.	Antimonio	10000 a	7742-9545
	Creta ——	10000 a	7288-7312
	Gesso ——	10000 a	4182--5212

ARGILLA.

Argilla, ec.	Bismuto --	10000 a	8870--9419
	Ocra ——	10000 a	8400 8571
	Creta ——	10000 a	7701-8000
	Gesso ——	10000 a	5185-8055
	Legno ——	10000 a	3437-4545

BISMUTO.

Bismuto, ec.	Antimonio	10000 a	9349--8572
	Ocra ——	10000 a	8846--7380
	Creta ——	10000 a	8620--9500

PORCELLANA.

Porcellana e gesso —— 10000 a 5308-6500

ANTIMONIO.

			Primo raffreddamento	Intero raffreddamento
Antimonio, ec.	Creta ——	10000 a	8431	7391
	Gesso ——	10000 a	5833	5476

OCRA.

Ocra, ec.	Creta ——	10000 a	8654--8889
	Gesso ——	10000 a	6364--9062
	Legno ——	10000 a	4074--5128

CRETA.

Creta e gesso ——— 10000 a 6667--7920

GESSO.

Gesso, ec.	Legno ——	10000 a	8000--5250
	Pietra pomice ——	10000 a	7000--4500

LEGNO.

Legno e pietra pomice -- 10000 a 8750-8182

Per

Per qaanta attenzione io abbia usato nelle mie sperienze, e per quanta cura abbia preso per render più esatti i rapporti, confesso che in questa Tavola, che li contiene tutti, sonovi ancora dell'imperfezioni; ma siffatti difetti sono leggieri, e non influiscono molto sui risultati generali; per esempio, ciascuno agevolmente s'accorgerà, che il rapporto del zinco al piombo, essendo di 10000 a 6051, quello del zinco allo stagno dovrebbe esser minore di 6000, laddove nella Tavola ritrovasi 6777. Lo stesso dicasi di quello dell'argento al bismuto, il quale dovrebbe esser minore di 6308; ed anche di quello del piombo all'argilla, che dovendo esser più di 8000, ritrovasi nella Tavola solo 7878. Ma ciò nasce perchè le palle di piombo, e di bismuto non sono state sempre le medesime; perciocchè si sono fuse egualmente che quelle di stagno, ed antimonio, la qual cosa ha prodotto delle variazioni, delle quali sono le più considerevoli le tre poc' anzi accennate. Nè io avrei potuto far meglio; perciocchè, quantunque le differenti palle di piombo, di stagno, di bismuto, e d' antimonio, delle quali mi sono successivamente servito, fossero veramente fatte dello stesso calibro, nondimeno la materia di ciascuna poteva esser qualche poco diversa, secondo la quantità di lega del piombo e dello stagno; imperocchè io non ho avuto stagno puro se non per le prime due palle; ed inoltre in queste palle fuse vi rimaneva quasi sempre

una piccola cavità; e tali cauſe, quantunque leggieri, ſono capaci a produrre le piccole differenze, che potranno oſſervarſi in queſta mia Tavola.

Lo ſteſſo è a dirſi riguardo al rapporto dello ſtagno all' ocra, il quale dovrebbe eſſere più di 6000, e che nella Tavóla non ſi ritrova che di 5882, perchè l'ocra eſſendo una ſoſtanza friabile, che collo sfregamento ſi diminuiſce, fui obbligato a cangiarne tre o quattro volte le palle. Non nego però, che s'aveſſi impiegato in queſte mie ſperienze il doppio del tempo, che vi ho ſpeſo, avrei potuto giugnere ad un grado più grande di preciſione; ma mi luſingo, che ve ne ſia ſufficientemente per rimaner convinti della verità de' riſultati, che dalle medeſime poſſono dedurſi. Coloro ſoltanto, i quali ſono accoſtumati a fare ſperienze, comprendono quanto malagevole coſa ſia il confermare un fatto ſolo della Natura con tutt' i mezzi, che l'arte ci forniſce; egli è neceſſario d' unire la pazienza al genio, e ſoventemente non baſta pur queſto, e biſogna rinunziare contro ſua voglia a quel grado di preciſione, che bramerebbeſi d'ottenere: imperciocchè queſta preciſione ne eſigerebbe una altrettanto grande in tutte le mani, delle quali ci vagliamo, e richiederebbe nel tempo ſteſſo una perfetta uguaglianza in tutte le materie, che adoperiamo; quindi tutto ciò che ſi può fare nella Fiſica ſperimentale, non può mai ſomminiſtrarci i riſultati rigoroſamente eſatti; ma ſol-

ſoltanto può condurci ad approſſimazioni più o men grandi; e quando l'ordine generale di tali approſſimazioni è ſolo ſmentito da leggieri variazioni, noi dobbiam rimaner ſoddiſfatti.

Nel reſto per trar da queſte numeroſe ſperienze tutto il frutto, che aſpettar ſe ne deve, biſogna dividere le materie, che ne ſono l'obbietto, in quattro claſſi, o generi differenti.

1. I metalli; 2. i ſemi-metalli, e i minerali metallici; 3. le ſoſtanze vitree, e le ſoſtanze vetriſcibili; 4. le ſoſtanze calcaree, e calcinabili. Paragonare poi tra loro le materie di ciaſcun genere, per ingegnarſi di rintracciar la cagione, o le cagioni dell' ordine che ſegue il progreſſo del calore in ciaſcuna; e finalmente paragonare i generi medeſimi tra loro per veder di dedurne qualche riſultato generale.

I.

L'ordine de' ſei metalli, ſecondo la loro denſità, è ſtagno, ferro, rame, argento, piombo, oro; laddove l'ordine, nel quale queſti metalli ricevono, e perdono il calore, è ſtagno, piombo, argento, oro, rame, ferro, nel qual ordine non evvi che lo ſtagno che ritiene il ſuo luogo.

Il progreſſo, e la durata del calore nei metalli non ſeguitano dunque l' ordine della loro denſità, ſe pur ciò non avviene dello ſtagno, il quale eſſendo il meno denſo di tutti, è altresì quello, che più prontamente per-

de il calore. Ma l' ordine degli altri cinque metalli dimostra, che tutti ricevono e perdono il calore, secondo la loro fusibilità, perchè il ferro è più difficile a fondersi che il rame, il rame più che l' oro, l' oro più che l' argento, l' argento più che 'l piombo, il piombo più che lo stagno. Bisogna dunque conchiudere, ch' egli è per accidente, se la densità e la fusibilità dello stagno trovansi quì riunite per collocarle nell' ultimo luogo.

Intanto sarebbe troppo ardire, se si pretendesse che tutto debbasi attribuire alla fusibilità, e niente affatto alla densità; la Natura non ispogliasi giammai d' una delle sue proprietà in favore d' un' altra in una maniera assoluta, cioè in modo che la prima non influisca nulla sopra la seconda; onde la densità può entrar per qualcosa nel progresso del calore; ma almeno noi possiam asserire affermativamente che ne' sei metalli egli vi opera pochissimo, laddove la fusibilità v' opera pressochè il tutto.

Questa prima verità non era nè dai Chimici, nè dai Fisici conosciuta; e nissuno si sarebbe immaginato che l' oro, il quale è più di due volte e mezzo più denso del ferro, perda il suo calore un mezzo terzo più presto. Ciò accade parimente al piombo, all' argento, e al rame, i quali tutti sono più densi del ferro, e che, come l' oro, si riscaldano, e raffreddano più prontamente. Imperciocchè, quantunque in questa seconda Memo-

moria non si tratti se non del raffreddamento, le sperienze però della Memoria precedente pongono fuor d'ogni dubbio, ch'è lo stesso dell'entrata del calore ne' corpi, come dell'uscita, cosicchè quelli, che lo ricevono più prontamente, sono altresì quelli, che lo perdono più prestamente.

Se noi porremo mente ai principj reali della densità, ed alla cagione della fusibilità, ci accorgeremo, che la densità assolutamente dipende dalla quantità di materia, che la Natura colloca in un dato spazio; che quanto più ve ne può far entrare, tanto più v'è densità, e che l'oro è per questo riguardo la sostanza, che fra tutte contiene più di materia relativamente al suo volume. Per questa ragione s'è creduto finora, che abbisognasse più tempo per iscaldare, o raffreddare l'oro, che non agli altri metalli. E diffatti egli è assai naturale il pensare che contenendo l'oro il doppio, o il triplo di materia sotto lo stesso volume, v'abbisognasse il doppio, o il triplo del tempo, acciocchè il calore la penetrasse; la qual cosa sarebbe vera, se in tutte le sostanze le parti costituenti fossero della medesima figura, e in conseguenza tutte disposte nella stessa maniera. Ma in alcune, come le più dense, le molecole della materia sono probabilmente di figura assai regolare, per non lasciar tra di esse spazj vuoti grandissimi; in altre meno dense, le loro figure più irregolari, lascian vacui più numerosi, e più grandi, e nelle più leggieri,

 le

le molecole essendo in picciol numero, e probabilmente di figura irregolarissima, vi si trova mille e mille volte più di vacuo che di pieno: imperciocchè si può dimostrare con altre sperienze, che il volume della sostanza anche più densa, contiene ancora molto più di spazio vuoto, che di materia piena.

Or la cagione principale della fusibilità è la facilità, che le particelle trovano a separare l' una dall' altra queste molecole della materia piena. Che la somma de' vacui sia più o men grande, locchè fa la densità o la leggerezza, è indifferente alla separazione delle molecole, che costituiscono il pieno: e la più o men grande fusibilità dipende interamente dalla forza di coerenza, la quale tien unite queste parti della massa, e s' oppone più o meno alla loro separazione. La dilatazione del volume totale è il primo grado dell' azion del calore, la quale ne' differenti metalli si fa nello stesso ordine, che la fusione della massa; che s' opera per un grado più grande di calore, o di fuoco. Lo stagno, che si fonde più prontamente di tutti, è quello ancora che si dilata più prestamente; e il ferro, ch' è il più difficile a fondersi di tutti, è altresì quello, la cui dilatazione è più lenta.

Dopo queste generali nozioni, che sembrano chiare, precise, e appoggiate sopra incontrastabili esperienze, s' inclinerebbe a credere, che la duttilità debba seguire l' ordine della fusibilità, poichè par che dipenda la più o men grande duttilità dalla più o men grande

de aderenza delle parti in ciascun metallo ; eppure quest'ordine della duttilità de' metalli, sembra aver tanto rapporto all'ordine della densità, quanto a quello della loro fusibilità. Io quasi direi, ch'egli è in ragione composta degli altri due ; ma questa è un' estimazione, ed una congettura, che non è a sufficienza fondata ; perchè non è tanto facile il determinare adequatamente i differenti gradi della fusibilità che quelli della densità ; e siccome la duttilità partecipa di tutte due, e varia secondo le circostanze, noi non abbiam ancora acquistate tutte le cognizioni necessarie per decidere affermativamente su questo soggetto, il quale, essendo di molt'importanza, merita le sue ricerche particolari. Lo stesso metallo cimentato a freddo, o a caldo, dà risultati totalmente diversi : la malleabilità è il primo indizio della duttilità ; e ciò non ostante ella non ci porge che una nozione molto imperfetta del punto, a cui può estendersi la duttilità. Il piombo, ch' è il più flessibile, il più malleabile de' metalli, non può lavorarsi alla trafila in fili così fini come l' oro, o come il ferro, ch' è il meno malleabile di tutti. Inoltre egli è necessario d' ajutare la duttilità de' metalli coll' addizione del fuoco, senza del quale eglino s' indurano, e divengono fragili : il ferro stesso, quantunque il più robusto di tutti, invetrisce come gli altri ; onde la duttilità d'un metallo, e l' estensione di continuità, ch' e' può sopportare, dipendono non solamente dal-

la

la sua densità, e dalla sua fusibilità, ma eziandio dalla maniera, con cui è travagliato, dalla percussione più lenta, o più pronta, e dall'addizione del calore, o del fuoco, che a dovere gli venga somministrata.

II.

Ora se noi paragoniamo fra loro le sostanze chiamate *semi-metalliche*, o *minerali metalliche*, le quali non godono della duttilità, vedremo l'ordine della loro densità essere, smeriglio, zinco, antimonio, bismuto; e l'ordine, in cui elleno ricevono, o perdono il calore essere, antimonio, bismuto, zinco, smeriglio; laonde in nissun modo si segue l'ordine della loro densità, ma piuttosto quello della loro fusibilità. Lo smeriglio, ch'è un metallo ferrugigno, quantunque una volta più denso del bismuto, conserva una volta più del medesimo il calore; il zinco più leggiero dell'antimonio e del bismuto, conserva parimente il calore molto più a lungo; l'antimonio e 'l bismuto lo ricevono, e conservano pressochè egualmente. S'osserva dunque lo stesso ne' semi-metalli, e ne' minerali metallici, che ne' metalli: il rapporto, in cui eglino ricevono, e perdono il calore è a un dipresso lo stesso, che quello della loro fusibilità, e non s'accosta che pochissimo, o niente affatto a quello della loro densità.

Ma unendo insieme i sei metalli, e i quattro semi-metalli, o minerali metallici, ch'io ho sottoposti alla prova, vedrassi che l'ordine

dine delle densità di queste dieci sostanze minerali è:

Smeriglio, zinco, antimonio, stagno, ferro, rame, bismuto, argento, piombo, oro.

E che l'ordine, nel quale queste sostanze si scaldano, e si raffreddano è:

Antimonio, bismuto, stagno, piombo, argento, zinco, oro, rame, smeriglio, ferro.

Nel qual ordine havvi due cose, le quali non ben s'accordano coll'ordine della fusibilità.

1. L'antimonio, che dovrebbe scaldarsi, e raffreddare più lentamente del piombo, giacchè abbiam veduto per le sperienze di Newton (citate nella Memoria precedente), che l'antimonio richiede per fondersi dieci gradi del calore medesimo, di cui non ne abbisognano che otto per fondere il piombo; laddove per queste mie sperienze risulta ch'egli si scalda più presto del piombo. Ma è quì duopo riflettere, che Newton s'è servito del regolo d'antimonio, e ch'io nelle mie sperienze non ho adoperato se non l'antimonio fuso; ora il regolo d'antimonio naturale, è ben più difficile a fondersi dell'antimonio, che ha già sofferta la prima fusione; onde ciò non fa un'eccezione alla regola. Nel resto io ignoro qual rapporto vi sia tra l'antimonio naturale, o il regolo d'antimonio, e le altre materie, che ho fatto scaldare e raffreddare; ma presuppongo però dietro l'esperienza di Newton, ch'e' si scalderebbe e raffredderebbe più lentamente del piombo.

2. Si pretende che il zinco si fonda più facil-

cilmente dell' argento, e per conseguenza dovrebbe esser posto prima dell' argento nell' ordine indicato dalle mie sperienze. Ma quest' ordine non è in tutt' i casi relativo a quello della fusibilità; ed io confesso che questo semi-metallo sembra a prima vista far un' eccezione a quella legge, che seguitano tutti gli altri; ma bisogna por mente: 1. che la differenza trovata per le mie sperienze tra il zinco e l'argento è molto piccola: 2. che il piccolo globo d' argento, di cui mi son servito, era dell' argento il più puro, senza la menoma parte di rame, nè d' altra lega; e l' argento più puro dee fondersi più facilmente, e riscaldarsi più presto dell' argento misto di rame: 3. quantunque il piccol globo di zinco mi sia stato dato da uno de' nostri più valenti Chimici (7), forse non era del zinco assolutamente più puro, e senza mescolanza di rame, o di qualche altra materia ancora meno fusibile. Rimastomi questo sospetto dopo aver fatte le sperienze, ho rimandato il globo di zinco al Sig. Rouelle, da cui l'aveva avuto, pregandolo d'assicurarsi se forse non conteneva qualche poco di ferro, o di rame, o d' altra materia, che opporsi potesse alla sua fusibilità. Posto adunque dal Sig. Rouelle al cimento, vi trovò in

(7) Il Sig. Rouelle, Dimostratore di Chimica alle Scuole del Giardino del Re.

in questo zinco una quantità considerevole di ferro, o di croco di marte; ond' io ebbi la soddisfazione di vedere, che non solo il mio sospetto era ben fondato, ma ancora che le mie sperienze erano state fatte con sufficiente precisione per poter accorgersi d' una mescolanza, della quale non era facil cosa di avvedersi. Il zinco adunque nel progresso del calore segue colla stessa esattezza degli altri metalli, e semi-metalli l' ordine della fusibilità, e non fa eccezione alla regola. Si può dunque generalmente conchiudere, che il progresso del calore nei metalli, semi-metalli, e minerali metallici, è nella stessa ragione, o almeno in ragion vicinissima di quella della loro fusibilità (8).

III.

---

(8) *Nota*. Essendosi trovato mescolato d' una porzione di ferro il globo di zinco, sul quale erano state fatte tutte le sperienze, io fui obbligato di sostituire nella Tavola generale ai primi rapporti altri nuovi, i quali gli ho collocati sotto gli altri: per esempio, il rapporto del ferro al zinco di 10000 a 7654, non è il vero, dovendosi adattare quello scritto di sotto, cioè di 10000 a 6804. Lo stesso intendasi delle correzioni da me fatte d'un novesimo sopra ciascun numero; perciocchè ho riconosciuto che la porzione del ferro contenuta in questo zinco, era scemata almeno d' un novesimo.

III.

Le materie vetriscibili, e vitree, ch' io ho poste alla prova, collocate secondo l' ordine della loro densità, sono:

Pietra pomice, porcellana, ocra, argilla, vetro, cristallo di monte, e pietra arenosa; perciocchè quì devesi osservare che, quantunque nella Tavola de' pesi di ciascuna materia, il cristallo non ascendesse che al peso di sei dramme, e ventidue grani, deve ciò non ostante supporsi più greve incirca d' una dramma, perchè egli era sensibilmente troppo piccolo, e per questa ragione io l' ho escluso dalla Tavola generale de' rapporti, e non ho fatto caso di tutte le sperienze fatte con questo globo sì piccolo. Non è perciò, che il risultato generale non s' accordi abbastanza cogli altri per poterlo produrre. Ecco dunque l' ordine, con cui queste differenti sostanze si sono raffreddate.

Pietra pomice, ocra, porcellana, argilla, vetro, cristallo, e pietra arenosa, il quale, come ciascuno vede, è appunto lo stesso che quello della densità, poichè l' ocra non per altro motivo ritrovasi prima della porcellana, se non perchè essendo questa una materia friabile si è diminuita dallo sfregamento sofferto nelle sperienze; e altronde la sua densità tanto poco è diversa da quella della porcellana, che risguardar si possono come uguali.

Quindi la legge de' progressi del calore nelle materie vetrescibili, e vitree è relativa all' ordine della loro densità, ed ha poco o nissun

ſun rapporto colla loro fuſibilità ; ed accade ciò perchè a fondere tutte queſte ſoſtanze è neceſſario un grado quaſi eguale del fuoco il più violento, e perchè i gradi particolari della loro varia fuſibilità, s' avvicinano cotanto gli uni agli altri, che non ſe ne può far un ordine di termini diſtinti. Quindi la loro fuſibilità preſſochè eguale non facendo che un termine, ch' è l' eſtremo di queſt' ordine di fuſibilità, noi non dobbiamo maravigliarci che il progreſſo del calore ſegua l' ordine della denſità, e che queſte differenti ſoſtanze, quaſi tutte difficili a fonderſi, ſi ſcaldino, e ſi raffreddino più lentamente, o più preſto, a miſura della quantità di materia, che contengono.

Mi ſi potrà opporre, che il vetro ſi fonde più agevolmente dell' argilla, della porcellana, dell' ocra, e della pietra pomice, le quali ciò non oſtante ſi ſcaldano, e ſi raffreddano in minor tempo che il vetro. L' obbiezione però verrà ſgombrata, ſe porrem mente che a fondere il vetro fa di meſtieri un fuoco violentiſſimo, il cui grado è tanto lontano dal calore, che il vetro riceve nelle noſtre ſperienze ſul raffreddamento, che non può influire ſulle medeſime. Dall' altra parte polverizzando l' argilla, la porcellana, l' ocra, e la pietra pomice, e preſentando loro fondenti analoghi, come ſi fa colla ſabbia per convertirla in vetro; egli è più che probabile, che tutte queſte materie ſi liquefarebbero al medeſimo grado di fuoco, e conſe-

seguentemente eguale o quasi eguale risguardar devesi la loro resistenza alla fusione. Per la qual ragione, la legge dei progressi del calore in queste materie ritrovasi proporzionale all' ordine della loro densità.

IV.

Le materie calcaree poste secondo l' ordine della loro densità, sono:

Creta, pietra tenera, pietra dura, marmo comune, marmo bianco.

L'ordine con cui elleno si riscaldano e si raffreddano, è creta, pietra tenera, pietra dura, marmo comune, e marmo bianco, il quale come ognun vede, è lo stesso che quello della loro densità. La fusibilità non v'entra per niente, abbisognando subito d' un grado di fuoco grandissimo per calcinarle. Ed abbenchè la calcinazione ne divida le parti; quest' effetto non devesi considerare se non come un primo grado di fusione, e non come una fusione compita, la quale appena può ottenersi dai migliori specchj ustorj. Io ho fuso, e ridotto in una specie di vetro qualcheduna di queste materie calcaree al foco d' uno de' miei specchj, e mi sono assicurato che queste materie si possono, al par di tutte le altre, ridurre ulteriormente in vetro, senza l' ajuto d' alcun fondente, e solo colla forza d' un fuoco molto superiore a quello de' nostri fornelli. Per conseguenza il termine comune della loro fusibilità è ancora più lontano, ed estremo di quello delle materie vitree, e per questa ragione esse seguono più esattamente

ne

nel progresso del calore l'ordine della densità.

Il gesso bianco, che impropriamente vien chiamato alabastro, è una materia, la quale, come tutti gli altri gessi, si calcina col fuoco più mediocre di quello ch'è necessario alla calcinazione delle materie calcaree; e perciò non segue l'ordine della densità nel progresso del calore che riceve, o che perde: imperocchè, quantunque più denso della creta, e un poco più ancora della pietra calcarea bianca, esso nondimeno si riscalda, e si raffredda molto più prontamente dell'una, e dell'altra di queste materie; locchè ci dimostra, che la calcinazione, e la fusione più o men facile producono il medesimo effetto relativamente al progresso del calore. Le materie gessose, per calcinarsi, non esigono tanto fuoco quanto le materie calcaree, e questa è la ragione, per cui esse quantunque più dense si riscaldano, e si raffreddano più prestamente.

Quindi noi possiamo assicurarci in generale, che il *progresso del calore in tutte le sostanze minerali, è pressocchè sempre in ragione della loro più o men gran facilità a calcinarsi, o a fondersi*; ma che quando la loro o calcinazione, o fusione sono *egualmente difficili, ed esigono un grado di calore estremo*, allora *il progresso del calore si fa secondo l'ordine della loro densità*.

Del resto io ho depositato al gabinetto del Re, i globi d'oro, d'argento, e di tutte le altre sostanze metalliche e minerali, di cui ser-

servito mi sono per le precedenti sperienze, affine di renderle più autentiche, con mettere in istato di verificarle chiunque vorrà dubitare della verità de' loro risultati, e della conseguenza generale, ch'io ne ho cavato.

Fine del primo Tomo.